

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2001-241345

(43)Date of publication of application : 07.09.2001

(51)Int.Cl.

F02D 41/10

F02D 41/02

F02D 41/04

F02D 41/38

F02D 45/00

(21)Application number : 2000-053946

(71)Applicant : MAZDA MOTOR CORP

(22)Date of filing : 29.02.2000

(72)Inventor : WATANABE TOMOMI

MORISANE KENICHI

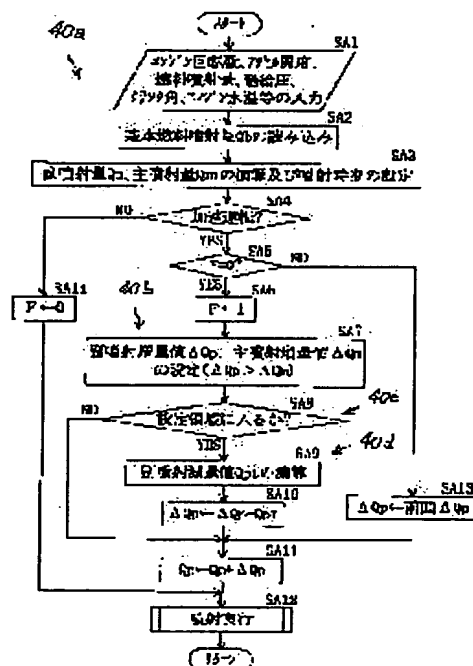
ARAKI KEIJI

(54) FUEL CONTROL DEVICE FOR DIESEL ENGINE

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To correct a fuel injection amount by an injector 5 to increase when a direct injecting diesel engine 1 becomes an accelerating operation state, and to make improving acceleration performance and reducing combustion noise and emission compatible at a high level when conducting auxiliary injection by the injector 5 in advance of main injection at least in an early accelerating operation stage.

SOLUTION: When the engine 1 becomes an accelerating operation state (SA4), the auxiliary injection amount and the main injection amount of fuel by the injector 5 are respectively corrected to increase (SA7), and the engine 1 is estimated whether shifting to a set operating area in a high load side or not (SA8). When the engine 1 is estimated to shift to the set operating area, increasing correction of the auxiliary injection amount is limited so as to decrease an auxiliary injection ratio R which is a ratio of the auxiliary injection amount of fuel to the main injection amount (SA9, SA10).



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

*** NOTICES ***

JPO and NCIPi are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

CLAIMS

[Claim(s)]

[Claim 1] When the fuel injection valve which carries out injection supply of the fuel directly, and an engine will be in acceleration operational status at an engine gas column internal combustion glow room, The fuel increase-in-quantity amendment means which carries out increase-in-quantity amendment of the fuel oil consumption by said fuel injection valve, In the fuel control system of the diesel power plant which had at least the fuel-injection control means to which the main injection of a fuel and the subinjection before this are made to carry out by said fuel injection valve in early stages of [acceleration operation] engine When it is predicted that an engine shifts even to a setting operating range with a prediction means to predict whether this engine shifts even to a setting operating range by the side of a heavy load, and said prediction means when an engine will be in acceleration operational status, The fuel control system of the diesel power plant characterized by having an increase-in-quantity regulation means to restrict increase-in-quantity amendment of this subinjection quantity, compared with the time which is not so so that the subinjection rate which is a rate to the amount of main injection of the subinjection quantity of said fuel may decrease.

[Claim 2] It is the fuel control system of the diesel power plant characterized by being constituted so that increase in quantity of the subinjection quantity according [on claim 1 and / an increase-in-quantity regulation means] to a fuel increase-in-quantity amendment means may be forbidden.

[Claim 3] It is the fuel control system of the diesel power plant characterized by being constituted so that an increase-in-quantity regulation means may carry out specified quantity reduction of the amount of increase-in-quantity amendments of the subinjection quantity by the fuel increase-in-quantity amendment means in claim 1.

[Claim 4] When the fuel injection valve which carries out injection supply of the fuel directly, and an engine will be in acceleration operational status at an engine gas column internal combustion glow room, The fuel increase-in-quantity amendment means which carries out increase-in-quantity amendment of the fuel oil consumption by said fuel injection valve, In the fuel control system of the diesel power plant which had at least the fuel-injection control means to which the main injection of a fuel and the subinjection before this are made to carry out by said fuel injection valve in early stages of [acceleration operation] engine When judged with having shifted to a setting operating range with a judgment means to judge that the engine shifted to a setting operating range by the side of a heavy load, and said judgment means, The fuel control system of the diesel power plant characterized by having an increase-in-quantity regulation means to restrict increase-in-quantity amendment of this subinjection quantity, compared with this judgment before so that the subinjection rate which is a rate to the amount of main injection of the subinjection quantity of said fuel may decrease.

[Claim 5] An increase-in-quantity regulation means is the fuel control system of the diesel power plant characterized by being constituted so that the amount of increase-in-quantity amendments of the subinjection quantity by the fuel increase-in-quantity amendment means may be compulsorily made into zero when the shift to an engine setting operating range is judged by the judgment means in claim 4.

[Claim 6] When the fuel injection valve which carries out injection supply of the fuel directly, and an engine will be in acceleration operational status at an engine gas column internal combustion glow room, The fuel increase-in-quantity amendment means which carries out increase-in-quantity

amendment of the fuel oil consumption by said fuel injection valve, In the fuel control system of the diesel power plant which had at least the fuel-injection control means to which the main injection of a fuel and the subinjection before this are made to carry out by said fuel injection valve in early stages of [acceleration operation] engine Said fuel increase-in-quantity amendment means so that the subinjection rate which is a rate to the amount of main injection of the subinjection quantity of said fuel may decrease according to increase of engine loaded condition, when an engine is acceleration operational status The fuel control system of the diesel power plant characterized by being constituted so that the amount of increase-in-quantity amendments of this subinjection quantity and the amount of main injection may be changed.

[Claim 7] A fuel increase-in-quantity amendment means is the fuel control system of the diesel power plant characterized by being the thing which makes the quantity of subinjection and the amount of main injection of a fuel increase , respectively so that the subinjection rate in early stages of acceleration operation may increase at least compared with the time of being in acceleration operational status in inside load operational status , when an engine will be in acceleration operational status in the state of low load driving in claims 1 and 4 or any one of the 6 .

[Translation done.]

*** NOTICES ***

JPO and NCIPi are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

DETAILED DESCRIPTION

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Field of the Invention] This invention relates to the fuel control system of the direct fuel-injection diesel engine which was made to carry out injection supply of the fuel by the fuel injection valve directly, and belongs to an engine gas column internal combustion glow room especially at the technical field of the subinjection control at the time of acceleration operation of an engine.

[0002]

[Description of the Prior Art] What was made to perform pilot injection (subinjection) in advance of the main injection is known until the charge pressure of the inhalation of air by the turbosupercharger starts in early stages of acceleration operation as a fuel-injection control device of this kind of engine conventionally in the diesel power plant which equipped the turbosupercharger so that it may be indicated by JP,9-228880,A. The sensor which detects the inhalation air content to an engine gas column internal combustion glow room is formed, based on the output signal from this sensor, the quantity of the fuel oil consumption by pilot injection is increased, so that there are few inhalation air contents, and he shortens the ignition-delay time amount of the fuel by which the main injection was carried out also in the low turbocharge pressure condition by raising whenever [cylinder internal temperature / in case combustion of this fuel performs the main injection], and is trying to reduce a combustion noise appropriately in this thing.

[0003] The effectiveness of the ignitionability improvement by such pilot injection Although it is similarly obtained about what does not equip a turbosupercharger and the temperature condition of a combustion chamber is generally relatively low in early stages of acceleration operation Since increase-in-quantity amendment of the fuel oil consumption is carried out according to increase of a demand output, by performing pilot injection at this time and improving the ignitionability of the fuel spray of the main injection etc. sharply, engine power can reduce a combustion noise with slight height, and emission can be reduced.

[0004]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] by the way, since the fuel injection equipment which adopted the common-rail method etc. in recent years and a diesel power plant is put in practical use, the injection pressure of the fuel (gas oil) to a gas column internal combustion glow room compares by the former, it is markedly alike, it is high and the characteristics of atomization of fuel fog are improved notably by this, an ignition-delay period tends to become sharply and short.

[0005] If it is made to perform pilot injection under the conditions of the fuel injection of such extra-high voltage as mentioned above corresponding to acceleration operation of an engine, while it is expectable in effectiveness, such as improvement in an output, and reduction of a combustion noise and emission, in early stages of acceleration operation like the above, when it becomes to the anaphase of acceleration operation and the temperature condition of a combustion chamber becomes high, it may become intense too much and the combustion of a fuel by which pilot injection was carried out may invite increase of a combustion noise, and the increment in emission.

[0006] In the direct fuel-injection diesel engine which was made to perform subinjection of a fuel corresponding to acceleration operation, the place which this invention is made in view of this point, and is made into the purpose is mainly elaborating control of the subinjection quantity, and is to reconcile improvement in the acceleration engine performance, and reduction of a combustion noise

or emission by high order origin.

[0007]

[Means for Solving the Problem] In order to attain said purpose, with the 1st solution means of this invention, it predicted whether when an engine will be in acceleration operational status, an engine would be in predetermined heavy load operational status by this acceleration operation, and when it predicted that it will be in heavy load operational status, increase in quantity of the subinjection quantity of a fuel was restricted.

[0008] When the fuel injection valve 5 to which invention of claim 1 carries out injection supply of the fuel directly at the gas column 2 internal-combustion glow room 4 of an engine 1 as shown in drawing 1 (a), and an engine 1 will be in acceleration operational status concretely, Fuel increase-in-quantity amendment means 40b which carries out increase-in-quantity amendment of the fuel oil consumption by said fuel injection valve 5, It is premised on the fuel control system A of the diesel power plant which had at least fuel-injection control means 40a to which the main injection of a fuel and the subinjection before this are made to perform by said fuel injection valve 5 in early stages of [acceleration operation] the engine 1. And prediction means 40c which predicts whether this engine 1 shifts even to a setting operating range by the side of a heavy load when an engine 1 will be in acceleration operational status, When it is predicted that an engine 1 shifts even to a setting operating range by this prediction means 40c, Compared with the time which is not so, it considers as a configuration equipped with 40d of increase-in-quantity regulation means to restrict increase in quantity of this subinjection quantity so that the subinjection rate R which is a rate to the amount of main injection of the subinjection quantity of said fuel may decrease.

[0009] When an engine 1 will be in acceleration operational status at least by the aforementioned configuration, the main injection of a fuel and subinjection before this are performed by actuation control of the fuel injection valve 5 by fuel-injection control means 40a. That is, since the main injection will be performed by the fuel injection valve 5, ignition-delay time amount becomes very short, and comes to carry out diffusive burning of this fuel by which the main injection was carried out good in the place where the subinjected fuel was mixed with air at, it burned at (premixed combustion), and the temperature and the pressure condition of a combustion chamber 4 were raised by this combustion. And even if the quantity of fuel oil consumption is increased by the quantity of the subinjection quantity and the amount of main injection of said fuel being increased by fuel increase-in-quantity amendment means 40b, respectively when the temperature and the pressure condition of a combustion chamber 4 go up promptly as much as possible by increase in quantity of the subinjection quantity while engine power improves, reduction of a combustion noise and emission is achieved.

[0010] furthermore, when it is predicted by prediction means 40c that an engine 1 shifts even to a setting operating range by the side of a heavy load Since increase-in-quantity amendment of the aforementioned subinjection quantity is restricted by 40d of increase-in-quantity regulation means Even if an engine 1 shifts to the anaphase of acceleration operation at a setting operating range and a combustion chamber 4 becomes with some overheating, it is controlled that combustion of the subinjected fuel becomes intense too much, and, therefore, it can avoid increase of a combustion noise or emission.

[0011] In invention of claim 2, increase in quantity of the subinjection quantity according an increase-in-quantity regulation means to a fuel increase-in-quantity amendment means shall be forbidden. It is certainly avoidable that the subinjection quantity of the fuel by the fuel injection valve becomes the same as the time of a steady operation condition, and combustion of this subinjection fuel becomes intense too much also by engine acceleration operational status by carrying out like this.

[0012] In invention of claim 3, specified quantity reduction of the amount of increase-in-quantity amendments of the subinjection quantity according an increase-in-quantity regulation means to a fuel increase-in-quantity amendment means shall be carried out. By carrying out like this, it can control that the combustion of a fuel the subinjection quantity was carried out [combustion] by the fuel injection valve becomes intense too much at an acceleration operation anaphase, raising the temperature and the pressure condition of a combustion chamber 4 in early stages of acceleration operation of an engine.

[0013] Next, with the 2nd solution means of this invention, the engine would be in acceleration operational status, and after that, when it actually shifted to a setting operating range by the side of a heavy load, compared with shift before, increase in quantity of the subinjection quantity of a fuel was restricted.

[0014] When the fuel injection valve 5 to which invention of claim 4 carries out injection supply of the fuel directly at the gas column 2 internal-combustion glow room 4 of an engine 1 as shown in drawing 1 (b), and an engine 1 will be in acceleration operational status concretely, Fuel increase-in-quantity amendment means 40b which carries out increase-in-quantity amendment of the fuel oil consumption by said fuel injection valve 5, It is premised on the fuel control system A of the diesel power plant which had at least fuel-injection control means 40a to which the main injection of a fuel and the subinjection before this are made to perform by said fuel injection valve 5 in early stages of [acceleration operation] the engine 1. And when judged with having shifted to a setting operating range by judgment means 40e which judges that the engine 1 shifted to a setting operating range by the side of a heavy load, and this judgment means 40e, it carries out compared with this judgment before as a configuration equipped with 40d of increase-in-quantity regulation means restrict increase-in-quantity amendment of this subinjection quantity so that the subinjection rate R which is a rate to the amount of main injection of the subinjection quantity of said fuel may decrease. In addition, judgment means 40e should just judge that this engine 1 shifted to a setting operating range based on the loaded condition thru/or the engine speed of an engine 1.

[0015] When an engine 1 will be in acceleration operational status by the aforementioned configuration, subinjection and the main injection of a fuel are performed by the fuel injection valve 5 like invention of claim 1, and this injected fuel comes to carry out diffusive burning good after a very short ignition delay. Moreover, engine power improves by the quantity of the subinjection quantity and the amount of main injection of said fuel being increased by fuel increase-in-quantity amendment means 40b, respectively. Furthermore, the temperature and the pressure condition of a combustion chamber 4 go up promptly as much as possible, and reduction of a combustion noise and emission is achieved by increase in quantity of the subinjection quantity of the fuel. On the other hand, if an engine 1 shifts to the anaphase of acceleration operation at a setting operating range by the side of a heavy load, this will be judged by judgment means 40e, and increase-in-quantity amendment of the subinjection quantity will be restricted by 40d of increase-in-quantity regulation means so that the subinjection rate R of a fuel may decrease compared with this judgment before. Thereby, even if the combustion chamber 4 of an engine 1 has become with some overheating, it controls that combustion of the subinjected fuel becomes intense too much, and increase of a combustion noise or emission can be avoided.

[0016] That is, a combustion noise and emission can be reduced by making the quantity of the subinjection quantity of a fuel fully increase in early stages of acceleration operation of an engine 1, and restricting increase in quantity of the aforementioned subinjection quantity to the acceleration operation anaphase when a combustion chamber 4 becomes with some overheating, while a combustion noise and emission can be reduced by raising the flammability of the fuel by which the main injection is carried out.

[0017] In invention of claim 5, when the shift to an engine setting operating range is judged by the judgment means in the increase-in-quantity regulation means in claim 4, the amount of increase-in-quantity amendments of the subinjection quantity by the fuel increase-in-quantity amendment means shall be compulsorily made into zero. By carrying out like this, it is certainly avoidable that the subinjection quantity of the fuel by the fuel injection valve becomes the same as the time of a steady operation condition, and combustion of the subinjected fuel becomes intense too much by this at an engine acceleration operation anaphase.

[0018] Next, when an engine was acceleration operational status, it was made to decrease the rate (subinjection rate) to the amount of main injection of the subinjection quantity of the fuel by the fuel injection valve with the 3rd solution means of this invention, while engine loaded condition increased.

[0019] When the fuel injection valve to which invention of claim 6 carries out injection supply of the fuel directly at an engine gas column internal combustion glow room, and an engine will be in acceleration operational status concretely, The fuel increase-in-quantity amendment means which

carries out increase-in-quantity amendment of the fuel oil consumption by said fuel injection valve, At least, in early stages of [acceleration operation] engine, it sets to this thing on the assumption that the fuel control system of the diesel power plant equipped with the fuel-injection control means to which the main injection of a fuel and the subinjection before this are made to carry out by said fuel injection valve. The amount of increase-in-quantity amendments of this subinjection quantity and the amount of main injection shall be changed so that the subinjection rate which is a rate to the amount of main injection of the subinjection quantity of said fuel may decrease said fuel increase-in-quantity amendment means according to increase of engine loaded condition, when an engine is acceleration operational status.

[0020] While subinjection and the main injection of a fuel are performed by the fuel injection valve like invention of claim 1 or claim 4 in engine acceleration operational status by this configuration, the quantity of that subinjection quantity and the amount of main injection is increased by the fuel increase-in-quantity amendment means, respectively, and reduction of improvement in engine power, a combustion noise, and emission is achieved. And if an engine shifts to a heavy load side from a low loading side by acceleration operation, the amount of increase-in-quantity amendments of the subinjection quantity of a fuel and the amount of main injection will be suitably changed so that a subinjection rate may decrease gradually with said fuel increase-in-quantity amendment means according to increase of engine loaded condition. As well as [in this] invention of said claim 4, while the quantity of the subinjection quantity of a fuel is fully increased in early stages of acceleration operation of an engine, after that, according to change of engine operational status, a subinjection rate changes the optimal and, thereby, it is compatible [rate] at improvement in the engine power under acceleration operation, a combustion noise, and a dimension with very high reduction of emission.

[0021] The quantity of subinjection and the amount of main injection of a fuel is made to increase in invention of claim 7, respectively so that the subinjection rate in early stages of acceleration operation may increase claims 1 and 4 or the fuel increase-in-quantity amendment means in any one of the 6 at least compared with the time of being in acceleration operational status in inside load operational status, when an engine will be in acceleration operational status in the state of low load driving.

[0022] The subinjection quantity of a fuel is increased and the temperature condition of a combustion chamber is promptly raised by combustion of the subinjection fuel, so that the loaded condition of ** is low and the temperature condition of a combustion chamber is low at this, when an engine will be in acceleration operational status. Thereby, even if it makes [many / quite] the injection quantity of the fuel by the fuel injection valve corresponding to acceleration operation, the fuels of a lot of can be burned good.

[0023]

[Embodiment of the Invention] Hereafter, the operation gestalt of this invention is explained based on a drawing.

[0024] (Operation gestalt 1) Drawing 2 shows the whole control-device A configuration of the diesel power plant concerning the operation gestalt 1 of this invention, and 1 is a serial 4-cylinder diesel power plant carried in a car. This engine 1 has four gas columns 2, 2, 2, and 2, the piston (not shown) is fitted in so that it can reciprocate in each of that gas column 2, and the combustion chamber 4 is divided in each gas column 2 with this piston. Moreover, although exaggeratingly shown in drawing in the top-face abbreviation center section of each of that combustion chamber 4, an injector (fuel injection valve) 5 is arranged so that it may extend along with the center line of a gas column 2, and the injection nozzle is prepared in the point of each of this injector 5 in one. Branch pipes 6a and 6a and -- connect to the common common rail 6 which stores a fuel in the state of the high pressure more than the injection pressure, respectively, and these injectors 5 and 5 and -- carry out injection supply of the high-pressure fuel supplied from said common rail 6 directly from two or more nozzle holes at the tip of an injection nozzle in a combustion chamber 4 by closing motion actuation being carried out by the actuator which the core valve of an injection nozzle does not illustrate. Moreover, fuel pressure sensor 6b which detects internal fuel pressure (common rail pressure) is arranged by the common rail 6.

[0025] Said common rail 6 is connected to a fuel feed pump 8 through the high-pressure fuel feeding

pipe 7, and the fuel feed pump 8 is connected to the fuel tank 10 through the fuel feeding pipe 9. while sucking up this fuel feed pump 8, accepting and driving the rotation input from the crankshaft of an engine 1 to input-shaft 8a, and filtering the fuel in a fuel tank 10 by the fuel filter 11 through a fuel feeding pipe 9 -- a jerk -- a fuel is fed to a common rail 6 by the formula feeding system. Moreover, some fuels sent out to a fuel feed pump 8 by that feeding system are missed in the fuel return tubing 12, the solenoid valve which adjusts the discharge quantity of a pump is formed, and the pressure condition of the fuel in a common rail 6 is held at the predetermined condition corresponding to the operational status of an engine 1 by controlling the opening of this solenoid valve according to the detection value by said fuel pressure sensor 6b.

[0026] In addition, when common rail pressure becomes beyond a predetermined value, the sign 13 of this drawing shows the pressure limiter which makes a fuel discharge from a common rail 6, and the fuel discharged from this pressure limiter circulates the fuel return tubing 14, and it is returned for it to a fuel tank 10. Moreover, the sign 15 shows fuel return tubing for returning some fuels to a fuel tank 10 from an injector 5.

[0027] Although not illustrated for details in this engine 1, the crank angle sensor 16 which detects angle of rotation of a crankshaft, the cam angle sensor 17 which detects angle of rotation of a valve gear system cam shaft, and the engine water temperature sensor 18 which detects a circulating water temperature (engine water temperature) are formed. the electromagnetism arranged so that said crank angle sensor 16 may carry out phase opposite at the plate for [detected] prepared in the crankshaft edge, and its periphery -- it consists of pickup and a pulse signal is outputted corresponding to passage of the height which covered the periphery section perimeter of said plate for [detected], and was formed at equal intervals. moreover, the electromagnetism which outputs a pulse signal when two or more heights similarly prepared in the predetermined part of a cam shaft peripheral surface and each of its height pass said cam angle sensor 17 -- it consists of pickup. In addition, the sign 19 shows the vacuum pump driven with said cam shaft.

[0028] Moreover, the inhalation-of-air path 20 which supplies the air filtered with the air cleaner outside drawing to a combustion chamber 4 is connected to one engine 1 side (on drawing). A surge tank 21 is formed in the down-stream edge of this inhalation-of-air path 20, and each path which branched from this surge tank 21 is open for free passage to the combustion chamber 4 of each gas column 2 with the suction port which is not illustrated, respectively. Moreover, the charge pressure sensor 22 which detects the pressure condition of the inhalation of air fed by the below-mentioned turbosupercharger 31 is arranged by the surge tank 21. Furthermore, the inhalation-of-air throttle valve 26 which serves as the hot-film type intake air flow sensor 23 which detects the inhalation-of-air flow rate inhaled in order at an engine 1, the blower 24 which drives in the below-mentioned turbine 29 and compresses inhalation of air, and the intercooler 25 which cools the inhalation of air compressed by this blower 24 from a butterfly valve toward the upstream to the downstream is formed in said inhalation-of-air path 20. Notching is prepared so that a valve stem may rotate with a stepping motor, it may be positioned in the condition of the arbitration from a close by-pass bulb completely to full open, although this inhalation-of-air throttle valve 26 is not illustrated for details, and air may flow also in the state of a close by-pass bulb completely.

[0029] On the other hand, the exhaust manifold 27 which discharges combustion gas (exhaust air) from the combustion chamber 4 of each gas column 2, respectively is connected to the opposite side (under drawing) of an engine 1, and the flueway 28 is connected to the down-stream edge set section of this exhaust manifold 27. In order, the turbine 29 rotated by the exhaust stream and the catalytic converter 30 for removing the injurious ingredients under exhaust air (unburnt [HC], CO and NOx, smoke, etc.) are arranged in this flueway 28 toward the downstream from the upstream. Although the turbosupercharger 31 which consists of said turbine 29 and blower 24 of the inhalation-of-air path 20 is not illustrated for details, it is VGT (variable geometry turbo) to which it was made to change the cross-sectional area (nozzle cross-sectional area) of the exhaust air passage to a turbine 29 by the flap of working, and rotates said flap with the actuator 35 of the negative pressure drive type using the negative pressure from a vacuum pump 19.

[0030] Moreover, said catalytic converter 30 has the support made from cordierite of the honeycomb structure which has the through tube of a large number mutually prolonged in parallel along the direction where exhaust air flows although not illustrated for details, and the so-called catalyst bed of

the Lean NOx catalyst is formed in each through tube wall surface of the support. This Lean NOx catalyst works also as a three way component catalyst near theoretical air fuel ratio while being able to carry out reduction purification of NOx under exhaust air even if the average excess air factor λ of a combustion chamber 4 is in the bigger Lean condition than 1 when the oxygen density under exhaust air is high namely.

[0031] Furthermore, multipoint connection of said flueway 28 is carried out to the upper edge of the exhaust air reflux path (henceforth an EGR path) 33 which it is [path] the part of the exhaust air upstream and makes a part of exhaust air flow back to an inspired air flow path rather than the turbine 29, the down-stream edge of this EGR path 33 is connected to the inhalation-of-air throttle valve 26 and the middle inhalation-of-air path 20 of a surge tank 21, and it makes a part of exhaust air taken out from the flueway 28 flow back to the inhalation-of-air path 20. Moreover, the amount control valve 34 of exhaust air reflux (henceforth an EGR valve) in which opening accommodation is possible is arranged, by closing motion actuation of this EGR valve 34 being carried out by the negative pressure drive type actuator 35 like the flap of said turbosupercharger 31, the path cross section of the EGR path 33 changes to a linear, and the flow rate of exhaust air which flows back to the inhalation-of-air path 20 is adjusted by the down-stream edge approach in the middle of this EGR path 33.

[0032] Each of said each injector 5, a fuel feed pump 8, inhalation-of-air throttle valves 26, VGT(s) 31, and EGR valve 34 grades operates with the control signal from a control unit (Electronic Control Unit: call it Following ECU) 40. On the other hand, the output signal from said fuel pressure sensor 6b, the output signal from the crank angle sensor 16 and the cam angle sensor 17, the output signal from the engine water temperature sensor 18, the output signal from the charge pressure sensor 22, the output signal from an intake air flow sensor 23, and the output signal from the accelerator opening sensor 36 which detects the control input (accelerator opening) of the accelerator pedal by the operator of a car which is not illustrated are inputted into this ECU40 at least.

[0033] And while mainly determining target fuel oil consumption as fundamental control by said ECU40 based on accelerator opening and controlling the injection amount of supply and fuel injection timing of a fuel by actuation control of an injector 5, common rail pressure, i.e., a **** injection pressure, is controlled by actuation of the high-pressure-distribution pump 8. Moreover, the average excess air factor of a combustion chamber 4 is controlled by adjusting an inhalation air content by actuation control of the inhalation-of-air throttle valve 26 and the EGR valve 34. Furthermore, he is trying for actuation control (VGT control) of the flap of VGT31 to raise the supercharge effectiveness of inhalation of air.

[0034] Although mentioned later in detail, an injector 5 is made to perform subinjection before this main injection for the main injection of a fuel near the compression top dead center (TDC) of a gas column in the **** operating range of an engine 1, as fuel-injection control, concretely, again, respectively, as shown in drawing 3 (b). Moreover, while making the quantity of the total injection quantity of the fuel by this subinjection and the main injection mainly increase the quantity of or decrease according to change of the loaded condition of an engine 1 By changing finely a rate (subinjection rate) R, an initiation stage of each injection actuation, etc. to the amount of main injection of the subinjection quantity of a fuel according to the loaded condition of an engine 1, or change of a rotational frequency He attains optimization of formation of the fuel spray in the combustion chamber 4 of each gas column 2, and is trying to satisfy opposite various demands, such as fuel consumption engine performance of an engine 1, output engine performance, heat-resistant dependability, and emission, to high order origin by this.

[0035] Moreover, while defining a target excess air factor common to all the gas columns 2 as actuation control (EGR control) of said EGR valve 34 according to the operational status of an engine 1, for example, based on an intake air flow sensor output, the actual inhalation air content to the combustion chamber 4 of each gas column 2 is detected, and the amount of exhaust air reflux is controlled based on this detection value and the fuel oil consumption for every gas column 2 to become said target excess air factor. That is, by adjusting the amount of exhaust air reflux for every gas column 2, the amount of inhalation of the new mind (open air) to a combustion chamber 4 is changed, and the excess air factor of each gas column 2 internal-combustion glow room 4 is

controlled to become a target excess air factor.

[0036] Furthermore, in order to make exhaust air of requirements flow back by the above EGR control, while making the inhalation-of-air path 20 mainly generate negative pressure as actuation control of the inhalation-of-air throttle valve 26 by making the inhalation-of-air throttle valve 26 into a close-by-pass-bulb-completely condition at the time of idle operation of an engine 1, in the other operational status, it is made to make the inhalation-of-air throttle valve 26 into a full open condition in general.

[0037] In addition, although it is increasing the amount of reflux of exhaust air and making the standup of early premixed combustion quiet in a direct fuel-injection diesel engine generally and generation of NOx can be controlled, if the amount of exhaust air reflux increases, the inhalation air content of the part and new mind will decrease, the average excess air factor of a combustion chamber becomes small, and there is an inclination which the amount of generation of the smoke in a local fault rich-mixture part increases. So, in control of the EGR valve 34 in this operation gestalt, the desired value of said excess air factor is set as the smallest possible value in the range which does not increase out of a smoke.

[0038] (Fuel-injection control of a steady operation condition) Next, if fuel-injection control in case an engine 1 is in a steady operation condition is explained, two or more injection control maps as show an example to drawing 4 (a) and (b) will be electronically stored in the memory of ECU40, and control data will be read from these injection control maps according to the operational status of an engine 1. for example, on the map of the fuel oil consumption shown in this drawing (a) The optimum value of the basic fuel oil consumption Q_b experimentally determined according to the loaded condition of an engine 1 and change of an engine speed is recorded. It is based on the target torque (loaded condition of an engine 1) searched for based on the output signal from the accelerator opening sensor 36, and the engine speed for which it asked based on the output signal from the crank angle sensor 16. The basic fuel oil consumption Q_b corresponding to the demand output of an engine 1 is read from said fuel-oil-consumption map. The basic injection quantity Q_b read by carrying out setting record so that an engine speed is so high that target torque is large and this basic fuel oil consumption Q_b may increase, and doing in this way is amended according to engine water temperature, a MAP, etc., and final target fuel oil consumption is determined.

[0039] Moreover, it matches with the loaded condition and the engine speed of an engine 1 like the above, and the subinjection rate R is recorded on the map of the subinjection rate shown in this drawing (b). According to this drawing, except for the fuel cut field which stops injection supply of the fuel by the injector 5, the subinjection rate R is made into $R = 20 - 40\%$ in operating-range (**), by the side of low loading, and it considers as $R = 10 - 20\%$ by inside load operating-range (**), and may be $R = 5 - 10\%$ by the operating range by the side of a heavy load (H_a) further. That is, the subinjection rate R is made so large that the loaded condition of an engine 1 is low. In addition, since the total injection quantity of the fuel with which subinjection and the main injection were doubled increases so that the loaded condition of an engine 1 is high, the direction of injection quantity [sub] of a fuel of the heavy load side of an engine 1 increases as a result.

[0040] Although not illustrated, furthermore, in the memory of ECU40 It matches with the loaded condition and the engine speed of an engine 1 like the above. The map of fuel injection timing which recorded the clausilium stage (crank angle location which closes the nozzle of an injector 5) of an injector 5 in subinjection and the main injection, respectively is stored electronically. Based on the valve-opening time interval of the injector 5 for injecting the clausilium stage of the injector 5 read from this map, and a necessary fuel, the crank angle location which opens the nozzle of this injector 5, i.e., an injection initiation stage, is set up.

[0041] The tooth lead angle of the fuel injection timing is carried out to the map of this fuel injection timing, so that common rail pressure is so low that engine water temperature is low, if it matches with the loaded condition, the engine speed, the engine water temperature, and common rail pressure of an engine 1, the clausilium stage of an injector 5 is recorded and an example is given. This is for considering as the always optimal combustion condition with engine water temperature etc. corresponding to the ignition-delay time amount of a fuel changing. Moreover, with this operation gestalt, the tooth lead angle of the stage of subinjection and the main injection is carried out, and it is made to lengthen injection halt spacing between them, so that an engine 1 is in a heavy load thru/or

high rotation side. In addition, more nearly such than 35-degreeCA after a compression top dead center (ATDC) of a gas column 2, in fuel injection timing, a tooth lead angle or in order [although a lag is carried out,] to prevent aggravation of a combustion condition, the termination stage of the main injection is considered as before.

[0042] (Fuel-injection control of acceleration operational status) Next, although fuel-injection control in case an engine 1 is acceleration operational status is explained, this acceleration operational status is the so-called transient with a larger change of the operational status of an engine 1 than predetermined, and transient fuel increase-in-quantity amendment is performed at this time. That is, while in addition to the control of a steady operation condition performed based on the operational status, i.e., the loaded condition, and the engine speed of an engine 1 like the above increase-in-quantity amendment of the target fuel oil consumption is carried out and a part for this increase-in-quantity amendment is distributed to subinjection and the main injection, respectively, the stage of this subinjection and the main injection is amended at a tooth-lead-angle side, respectively.

[0043] Moreover, although the quantity of the amount of increase-in-quantity amendments of the aforementioned fuel oil consumption is mainly increased corresponding to the change condition of accelerator opening so that it is in a sudden acceleration condition and may increase As a description part of the invention in this application, with this operation gestalt The method of distribution to subinjection and the main injection of the amount of fuel increase-in-quantity amendments is determined based on the loaded condition and the engine speed of this engine 1 when an engine 1 will mainly be in acceleration operational status. Furthermore, he is trying to change especially the subinjection quantity thru/or a subinjection rate according to the loaded condition and the engine speed of an engine 1 in the anaphase of acceleration operation.

[0044] Hereafter, it is based on the flow chart Fig. shown in drawing 5 , and the procedure of the fuel-oil-consumption control at the time of the acceleration operational status of an engine 1 is explained concretely. In addition, this control procedure is performed independently by the predetermined crank angle every gas column 2 according to the control program electronically stored on the memory of ECU40.

[0045] First, in the step SA 1 after a start, input data, such as a crank angle signal, an intake air flow sensor output, accelerator opening, charge pressure, and engine water temperature, and they are set to the continuing step SA 2. It is based on the target torque searched for from accelerator opening, and the engine speed for which it asked from the crank angle signal. The basic fuel oil consumption Q_b is read from the map of the fuel oil consumption of said drawing 4 (a), this basic fuel oil consumption Q_b is amended according to engine water temperature, a MAP, etc., and the target fuel oil consumption Q is set up. Then, in a step SA 3, the subinjection rate R is read from the map of the subinjection rate of said drawing 4 (b), the target fuel oil consumption Q calculated at said step SA 2 is distributed based on the subinjection rate R , and the subinjection quantity Q_p and the amount Q_m of main injection of a fundamental fuel are calculated.

[0046] $Q_p = R \times Q$ Q_m The stage of the subinjection by the injector 5 and the main injection is set as $a = (1 - R) \times Q$ pan, respectively.

[0047] Then, in a step SA 4, an engine 1 judges whether it is acceleration operational status. this judgment is performed based on accelerator opening, its change rate, and the change degree of an engine speed, and this judgment result is not acceleration operational status in NO -- if it becomes NO, while progressing to a step SA 14, if accelerator opening is larger than a larger and criterion [than a predetermined criterion value] value predetermined in the rise variation of an engine speed, it will judge with YES by acceleration operational status, and will progress to a step SA 5, for example. The value of the acceleration judging flag F which shows that an engine 1 is acceleration operational status at this step SA 5 distinguishes whether it is 0, and if it is $F=1$ If it is $F=0$ while judging with it continuing from the last control cycle and an engine 1 being acceleration operational status and progressing to a step SA 13 It judges with the engine 1 having been from the steady operation condition in acceleration operational status, and progresses to a step SA 6, and the value of the acceleration judging flag F is set to 1 in this step SA 6 ($F=1$).

[0048] Then, in a step SA 7, increase-in-quantity amendment of the fuel oil consumption is carried

out so that it may correspond to acceleration operation of an engine 1. That is, first, according to variation, its change rate, etc. of accelerator opening, the amount of increase-in-quantity amendments is calculated so that this actuation is so sudden that the accelerator control input by the operator is large, and fuel oil consumption may increase. Then, the distribution coefficient to the subinjection of said amount of increase-in-quantity amendments from a control map as shown, for example in drawing 6 is read, said amount of increase-in-quantity amendments is distributed based on this multiplier, and subinjection increase-in-quantity value ΔQ_p and main-injection increase-in-quantity value ΔQ_m are set up, respectively ($\Delta Q_p > \Delta Q_m$).

[0049] According to the control map of said drawing 6, here a distribution coefficient So that the loaded condition and the engine speed of an engine 1 when being in acceleration operational status are low If it is set up so that it may become large, for example, an engine 1 is in low rotation and a low-load-driving condition, the subinjection rate R will become about 100%. Moreover, if an engine 1 is in a middle turn and low Naka load operational status, a subinjection rate will become about 80%, and further, if it is the loaded condition thru/or the engine speed beyond it, the subinjection rate R will become about 60%. That is, when an engine 1 will be in acceleration operational status, he is trying to distribute an increased part of fuel oil consumption to subinjection and the main injection fundamentally, as it is also at the distribution rate corresponding to the operational status of the engine 1 at that time.

[0050] Then, in a step SA 8, it predicts whether this engine 1 shifts even to a setting operating range by the side of a heavy load based on the variation of accelerator opening, the change rate, loaded condition when an engine 1 will be in acceleration operational status further, an engine speed, etc. As a slash is put in and shown in drawing 7, it is the heavy load region of an engine 1, and is beforehand set as a middle turn thru/or a high rotation field, and since there is much fuel oil consumption and the engine speed is high, this setting operating range is a operating range which the combustion chamber 4 in each gas column 2 consists of with some overheating a little from the first.

[0051] Then, when it predicts that it shifts to a setting operating range in said step SA 8, (judging calculates the subinjection loss-in-quantity value Q_{pt} in YES) and the continuing step SA 9, and sets to the continuing step SA 10. Said subinjection loss-in-quantity value Q_{pt} is subtracted from subinjection increase-in-quantity value ΔQ_p calculated at said step SA 7, and it progresses to a step SA 11 anew by setting the value after this subtraction to subinjection increase-in-quantity value ΔQ_p . On the other hand, when it predicts that it does not shift to a setting operating range in said step SA 8, as for NO) and subinjection increase-in-quantity value ΔQ_p , (judging remains as it is, and progresses to a step SA 11. At this step SA 11, said subinjection increase-in-quantity value ΔQ_p is added to the subinjection quantity Q_p calculated at said step SA 3, and the final subinjection quantity Q_p is calculated. Then, in a step SA 12, the control signal corresponding to this subinjection quantity Q_p and amount of main injection ΔQ_m is outputted to an injector 5, subinjection and the main injection of a fuel are performed with this injector 5, respectively, and a return is carried out to after an appropriate time.

[0052] That is, if it predicts that an engine 1 shifts even to a setting operating range by acceleration operation, in order to avoid that combustion of the subinjected fuel becomes intense too much in consideration of a combustion chamber 4 becoming with some overheating in this setting operating range, he is trying to suppress increase in quantity of the subinjection quantity of a fuel beforehand. In addition, you may make it amend the value according to accelerator opening, an engine speed, etc. that what is necessary is just to read the fixed value beforehand set up as a subinjection loss-in-quantity value Q_{pt} in said step SA 9 from the memory of ECU40.

[0053] On the other hand, in said step SA 5, an engine 1 continues from the last control cycle, and subinjection increase-in-quantity value ΔQ_p is made into the value (last ΔQ_p) in the last control cycle, and at the step SA 13 which judged with NO which is acceleration operational status, and progressed, a return is carried out, after progressing to said step SA 11 and a step SA 12 and performing subinjection and the main injection of a fuel with an injector 5. That is, he is trying to maintain subinjection increase-in-quantity value ΔQ_p and main-injection increase-in-quantity value ΔQ_m which were set up in early stages of acceleration operation of an engine 1 as mentioned above until acceleration operation of an engine 1 is completed.

[0054] Moreover, in said step SA 4, if judged with NO whose engine 1 is not acceleration

operational status, since the engine 1 is in the steady operation condition, it will progress to a step SA 14, and will clear Flag F ($F=0$), and will progress to said step SA 12, will perform subinjection and the main injection of a fuel with an injector 5, and will carry out a return to after an appropriate time. That is, in the state of steady operation, increase-in-quantity amendment of the fuel oil consumption like **** is not performed.

[0055] Fuel-injection control means 40a to which the main injection of a fuel and the subinjection before this are made to perform with an injector 5 in almost all the operating range of an engine 1 is constituted as a whole by each step of the flow shown in said drawing 5. Moreover, when an engine 1 will be in acceleration operational status by the step SA 7, fuel increase-in-quantity amendment means 40b which carries out increase-in-quantity amendment of the fuel oil consumption by the injector 5 is constituted. This fuel increase-in-quantity amendment means 40b is made to make [more] the subinjection rate R than the time of being in acceleration operational status by the inside load, when the quantity of subinjection and the amount of main injection of a fuel will be made to increase, respectively and an engine 1 will be in acceleration operational status by low loading based on the operational status, i.e., the loaded condition, and the engine speed of this engine 1 when an engine 1 will be in acceleration operational status.

[0056] When an engine 1 will furthermore be in acceleration operational status by the step SA 8 of said flow, Prediction means 40c which predicts whether this engine 1 shifts even to a setting operating range by the side of a heavy load is constituted. Decrease subinjection increase-in-quantity value ΔQ_p so that the subinjection rate R may decrease, when it is predicted that ** and an engine 1 shift to each step of steps SA9 and SA10 even at a setting operating range. That is, 40d of increase-in-quantity regulation means to restrict increase-in-quantity amendment of the subinjection quantity by said fuel increase-in-quantity amendment means 40b is constituted.

[0057] In addition, although he is trying to subtract the fixed subinjection loss-in-quantity value Q_{pt} from subinjection increase-in-quantity value ΔQ_p with this operation gestalt 1 in order for 40d of increase-in-quantity regulation means to restrict increase-in-quantity amendment of the subinjection quantity by fuel increase-in-quantity amendment means 40b as mentioned above not only this -- for example, -- compulsory -- secondary -- it is also possible to forbid increase in quantity of the subinjection quantity by said fuel increase-in-quantity amendment means 40b as injection increase-in-quantity value $\Delta Q_p=0$.

[0058] (The operation effectiveness of the operation gestalt 1) Therefore, according to the fuel control system A of the engine concerning this operation gestalt 1, first, as almost all the operating range of an engine 1 is shown in said drawing 3 (b), it divides into subinjection and the main injection with the injector 5 of each gas column 2 of an engine 1, and injection supply of a fuel is performed. Under the present circumstances, if subinjection of a fuel is performed by the compression stroke of a gas column 2, this fuel will be mixed with air, it will burn (premixed combustion), and the temperature and the pressure condition of a combustion chamber 4 will be raised by this combustion. For example, it is change of the pressure condition (gas column internal pressure) of the combustion chamber 4 when performing subinjection which is shown in this drawing (a) as a continuous line, and the time of not performing subinjection shows by the imaginary line. According to this drawing, it can grasp that the pressure condition of a combustion chamber 4 is raised by combustion of the subinjected fuel, and gas column internal pressure becomes very high near the TDC conjointly also with a rise of a piston by it.

[0059] Then, if the main injection is performed by the injector 5 near the TDC, as mentioned above, from the temperature and the pressure condition of a combustion chamber 4 having become very high, the ignition-delay time amount of the fuel by which the main injection was carried out will become very short, and diffusive burning of the most will come to be carried out good. That is, as a continuous line shows, when subinjection is performed to said drawing 3 (a), compared with the time of not carrying out, the pressure buildup of the standup of combustion becomes quiet and, moreover, the peak of a pressure becomes quite high. The output of an engine 1 can improve reducing the combustion noise in early stages of combustion, and reducing emission by this.

[0060] Then, if an engine 1 will be in acceleration operational status, according to change of accelerator opening, an engine speed, etc., increase-in-quantity amendment of the fuel oil consumption will be carried out by fuel increase-in-quantity amendment means 40b, and engine

power will be heightened. That is, by the sudden acceleration operational status of change, the amount of increase-in-quantity amendments of a fuel is also enlarged relatively, and, on the other hand, the amount of increase-in-quantity amendments of a fuel is relatively made small by the loose acceleration operational status of change.

[0061] Under the present circumstances, based on the loaded condition and the engine speed of an engine 1 when being in acceleration operational status, said amount of increase-in-quantity amendments is distributed to subinjection and the main injection. Namely, an engine 1 is in a low loading thru/or low rotation side relatively at the time of an acceleration start up. Since the subinjection rate R is enlarged and the temperature condition of a combustion chamber 4 can be promptly raised by combustion of this subinjection fuel so that the temperature condition of a combustion chamber 4 is low The operation effectiveness of a fall and emission reduction of a combustion noise can fully be acquired as mentioned above, burning the fuels of a lot of very good, and fully heightening engine power, even if fuel oil consumption has increased considerably by acceleration increase in quantity.

[0062] By the way, if subinjection of a fuel is performed in early stages of acceleration operation of an engine 1 like the above Although ignition-delay time amount of a main-injection fuel can be shortened extremely, and the combustion noise accompanying the premixed combustion of this main-injection fuel can be reduced, and emission can be reduced upwards and inflammable improvement can also raise engine power If an engine 1 shifts even to the setting operating range shown in said drawing 7 by acceleration operation, since a combustion chamber 4 will become with some overheating shortly on the other hand We are anxious about combustion of the subinjected fuel becoming intense too much, and the extra-high voltage injection by increase-in-quantity amendment and the common-rail method of the aforementioned fuel oil consumption causing increase of a combustion noise, and the increment in emission conjointly, at this time.

[0063] Then, with this operation gestalt, when it predicted that it predicts whether it shifts to said setting operating range (step SA8. reference of drawing 5), and shifts to the anaphase of acceleration operation based on change degrees, such as loaded condition of the engine 1 at that time, when an engine 1 will be in acceleration operational status, increase-in-quantity amendment of the subinjection quantity was restricted. Thereby, even if an engine 1 shifts to an acceleration operation anaphase at said setting operating range, it is lost that combustion of the subinjected fuel becomes intense too much, and, therefore, generating of the fault of the combustion noise of an acceleration operation anaphase and emission increase resulting from combustion of this subinjection fuel can be avoided.

[0064] On the other hand, if change of the loaded condition of the engine 1 in early stages of acceleration operation etc. is not so large as an arrow head shows to this drawing (b), it predicts that an engine 1 does not shift at a setting operating range at this time, and loss in quantity of subinjection increase-in-quantity value ΔQ_p is not performed. Namely, if an engine 1 does not shift to the anaphase of acceleration operation at a setting operating range, since a combustion chamber 4 does not become with some overheating It is making [many / enough] it so that fault's may not arise, therefore the amount of increase-in-quantity amendments of this subinjection fuel may be corresponded to the operational status in early stages of [acceleration] an engine 1, even if it does not restrict increase in quantity of the subinjection quantity of a fuel. The operation effectiveness of a fall and emission reduction of improvement in the engine power in early stages of acceleration operation and a combustion noise can fully be acquired.

[0065] Drawing 9 shows the control procedure at the time of the acceleration operational status of the engine 1 in the fuel control system A concerning the operation gestalt 2 of this invention. (Operation gestalt 2) Next, with this operation gestalt 2 When an engine 1 will be in acceleration operational status, while carrying out increase-in-quantity amendment of the subinjection quantity and the amount of main injection of a fuel by the injector 5 like said operation gestalt 1 He is trying to prevent increase of the combustion noise and emission resulting from increase-in-quantity amendment of subinjection by decreasing the amount of increase-in-quantity amendments of subinjection at the anaphase of acceleration operation. In addition, since the whole fuel-control-system A configuration concerning this operation gestalt 2 is the same as the thing (refer to drawing 2) of said operation gestalt 1, the same sign is attached about the same component as the operation

gestalt 1, and that explanation is omitted.

[0066] Concretely, at steps SB1-SB7 of the flow shown in said drawing 9, the same control procedure as steps SA1-SA7 of the operation gestalt 1 is performed, and increase-in-quantity amendment of the subinjection quantity and the amount of main injection of a fuel by the injector 5 is carried out corresponding to acceleration operation of an engine 1. Then, in a step SB 8, it judges whether the anaphase of acceleration operation came, and whether the engine 1 more specifically shifted to a setting operating range by the side of a heavy load (refer to drawing 7). And if a judgment is NO while progressing to a step SB 13, if a judgment becomes the anaphase of acceleration operation by YES, it will progress to a step SA 9 and the injection rate correction factor Rq1 will be set up.

[0067] The value ($0 < Rq1 < 1$) of this injection rate correction factor Rq1 should just set up beforehand bigger constant value (for example, $Rq1 = 0.5$) than the below-mentioned Rq2. Moreover, this injection rate correction factor Rq1 ($0 < Rq1 < 1$) may be set up so that it may match with the operational status of this engine 1 in case there is an engine 1 in addition to said setting operating range, i.e., the loaded condition of an engine 1, and an engine speed, for example, a heavy load thru/or high rotation side may become a small value.

[0068] Then, at a step SB 10, based on the injection rate correction factor Rq1 set up at said step SB 9, the subinjection quantity Qp and the amount Qm of main injection are corrected, respectively, it progresses to a step SB 11 after that, subinjection and the main injection are performed with an injector 5 like said operation gestalt 1, and a return is carried out to after an appropriate time. In addition, if said injection rate correction factor Rq1 is matched with the operational status of an engine 1 and it is made to change it, the subinjection rate R comes to change gradually with change of the engine operation condition by acceleration operation, and on the other hand, the subinjection rate R will not change until the injection rate correction factor $Rq1 = 0.5$, then an engine 1 shift to a setting operating range.

[0069] At the step SB 13 which judged with YES which became the anaphase of acceleration operation, and progressed in said step SB 8 on the other hand, the injection rate correction factor Rq2 is set up like said step SB 9 ($0 < Rq2 < Rq1 < 1$). This injection rate correction factor Rq2 should just be taken as $Rq2 = 0.4$ that what is necessary is just a value smaller than the aforementioned correction factor Rq1. And at the continuing step SB 14, after correcting the subinjection quantity Qp and the amount Qm of main injection like said step SB 10, respectively and decreasing the subinjection rate R based on this injection rate correction factor Rq2, it progresses to a step SB 11, subinjection and the main injection are performed with an injector 5, and a return is carried out to after an appropriate time.

[0070] That is, when an engine 1 will be in acceleration operational status, based on operational status, accelerator opening, etc. of an engine 1 at that time, the amount of increase-in-quantity amendments of fuel oil consumption and the distribution rate to the subinjection and main injection are first determined like said operation gestalt 1. When an engine 1 actually shifts to the anaphase of acceleration operation at a setting operating range, he is trying to, decrease the subinjection rate R on the other hand compared with shift before.

[0071] Here, in said step SB 5, it judges with NO, and since it is made to progress to said steps SB8-SB14 at the advanced step SB 12 as a value [in / for subinjection increase-in-quantity value ΔQp and amount of main injection ΔQm / the last control cycle] (last value), there is no modification in the value of subinjection increase-in-quantity value ΔQp set up when an engine 1 would be in acceleration operational status, and main-injection increase-in-quantity value ΔQm . Moreover, in the state of steady operation of the engine 1 judged in said step SB 4 to be NO, after clearing Flag F at a step SB 15, it progresses to (F= 0) and said step SB 11, and subinjection and the main injection of a fuel are performed with an injector 5, and a return is carried out to after an appropriate time. That is, increase-in-quantity amendment of a fuel is not performed in the state of steady operation.

[0072] Fuel-injection control means 40a which has the same function as the operation gestalt 1 as a whole is constituted by each step of the flow shown in said drawing 9, and fuel increase-in-quantity amendment means 40b is similarly constituted by the step SB 7. Judgment means 40e which judges that the engine 1 shifted to a setting operating range by the side of a heavy load by step SAB8 of said flow is constituted. Furthermore, by each step of steps SB13 and SB14 When judged with the engine

1 having shifted to a setting operating range by said judgment means 40e, 40d of increase-in-quantity regulation means to restrict increase in quantity of the subinjection quantity of a fuel consists of correcting the subinjection quantity and the amount of main injection so that the subinjection rate R may decrease compared with the judgment before.

[0073] In addition, although the value of an injection rate correction factor is changed according to the operational status of an engine 1 by 40d of said increase-in-quantity regulation means ($R_{q1} > R_{q2}$) and he is trying to decrease the subinjection rate R with this operation gestalt 2 at the anaphase of acceleration operation When not only this but the engine 1 shifts to a setting operating range, it may be made to make subinjection increase-in-quantity value ΔQ_p (the amount of increase-in-quantity amendments of the subinjection quantity of a fuel) into zero compulsorily.

[0074] Therefore, according to the fuel control system A of the engine concerning this operation gestalt 2 While increase-in-quantity amendment of the fuel oil consumption by the injector 5 is carried out like said operation gestalt 1 in early stages of the acceleration operation when an engine 1 will be in acceleration operational status ($t=t_0$) as an example is shown in drawing 10 The quantity of especially the subinjection quantity of a fuel is fully increased (t_1), and the operation effectiveness of a fall and emission reduction of improvement in engine power and a combustion noise is acquired.

[0075] And as shown in drawing 11 (a), the operational status of an engine 1 changes with acceleration operations with point $P1 \rightarrow P2 \rightarrow P3$ of drawing. If an engine 1 shifts to the anaphase (point $P4$) of acceleration operation at a setting operating range by the side of a heavy load (t_2), an injection rate correction factor will be changed by 40d of increase-in-quantity regulation means ($R_{q1} \rightarrow R_{q2}$), and the subinjection rate R will decrease. By this Even if the combustion chamber 4 of an engine 1 becomes with some overheating, it can control that combustion of the subinjected fuel becomes intense too much, and faults, such as combustion-noise increase and an increment in emission, can be prevented.

[0076] That is, with this operation gestalt 2, the operation effectiveness, such as improvement in the acceleration engine performance of an engine 1 and reduction of a combustion noise or emission, can fully be acquired, respectively by changing the subinjection rate R of the fuel by the injector 5 in the early stages of acceleration operation of an engine 1, and an anaphase.

[0077] In addition, if the injection rate correction factors R_{q1} and R_{q2} are set up in steps SB9 and SB13 of the flow shown in said drawing 9, respectively so that a heavy load thru/or high rotation side may become small according to the operational status of an engine 1 By each step of steps SB7-SB10 and steps SB13 and SB14 While the engine 1 is acceleration operational status, fuel increase-in-quantity amendment means 40b which changes the amount of increase-in-quantity amendments of the subinjection quantity of the fuel by the injector 5 and the amount of main injection is constituted so that the subinjection rate R may decrease corresponding to the loaded condition of this engine 1 thru/or increase of an engine speed.

[0078] And when it does in this way, an engine 1 will be in acceleration operational status. Since an injection rate correction factor will decrease gradually as the operational status shows said drawing 11 (b) and it changes from a low loading side to point $P1 \rightarrow P2 \rightarrow P3 \rightarrow P4$ to a heavy load thru/or high rotation side The amount of increase-in-quantity amendments of subinjection of the fuel by the injector 5 and the main injection will be changed so that the subinjection rate R may decrease with change of the operational status of an engine 1.

[0079] Thereby, during acceleration operation of an engine 1, the subinjection rate R of a fuel can be changed the optimal so that it may correspond to the loaded condition of this engine 1, and change of an engine speed, and improvement in the acceleration engine performance of an engine 1 and reduction of a combustion noise or emission can be reconciled at a very high dimension.

[0080]

[Effect of the Invention] As mentioned above, as explained, when an engine will be in acceleration operational status according to the fuel control system of the diesel power plant concerning invention of claim 1, while carrying out the main injection and a fuel raises engine power by the fuel injection valve by subinjection and increasing the quantity of the injection quantity, respectively, the combustion noise in early stages of acceleration operation can be reduced, and emission can be reduced. And when it is predicted that an engine shifts even to a setting operating range by the side

of a heavy load with a prediction means, the combustion noise of an acceleration operation anaphase and increase of emission can be avoided with restricting increase-in-quantity amendment of the aforementioned subinjection quantity with an increase-in-quantity regulation means.

[0081] When it is predicted according to invention of claim 2 that an engine shifts even to a setting operating range by the side of a heavy load by acceleration operation, increase of the combustion noise and emission resulting from combustion of this subinjection fuel can be certainly prevented by forbidding increase in quantity of the subinjection quantity by the fuel increase-in-quantity amendment means.

[0082] When it is predicted according to invention of claim 3 that an engine shifts even to a setting operating range by the side of a heavy load by acceleration operation, the effectiveness by invention of claim 1 can fully be acquired by carrying out specified quantity reduction of the amount of increase-in-quantity amendments of the subinjection quantity by the fuel increase-in-quantity amendment means.

[0083] Moreover, while according to the fuel control system of the diesel power plant concerning invention of claim 4 a combustion noise is reduced and emission can be reduced, making the quantity of the subinjection quantity of the fuel by the fuel injection valve fully increase in early stages of acceleration operation of an engine, and raising engine power like invention of claim 1, a combustion noise and emission can be reduced by restricting increase in quantity of the aforementioned subinjection quantity to the acceleration operation anaphase when a combustion chamber becomes with some overheating.

[0084] according to invention of claim 5, when an engine actually shifts to the anaphase of acceleration operation at a setting operating range, increase of the combustion noise and emission resulting from combustion of this subinjection fuel can be certainly prevented by making the amount of increase-in-quantity amendments of the subinjection quantity by the fuel increase-in-quantity amendment means boiled zero compulsorily.

[0085] Furthermore, according to the fuel control system of the diesel power plant in invention according to claim 6, while making the quantity of the subinjection quantity of the fuel by the fuel injection valve fully increase in early stages of acceleration operation of an engine, it is compatible in reduction of improvement in the engine power under acceleration operation, a combustion noise, and emission at a very high dimension by decreasing a subinjection rate appropriately according to change of engine operational status after that.

[0086] According to invention of claim 7, when an engine will be in acceleration operational status, according to the loaded condition of the engine at that time, the temperature condition of this combustion chamber is raised appropriately, and the flammability of a fuel can be appropriately raised by enlarging a subinjection rate, so that the temperature condition of a combustion chamber is low.

[Translation done.]

*** NOTICES ***

JPO and NCIPi are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

DESCRIPTION OF DRAWINGS

[Brief Description of the Drawings]

[Drawing 1] It is the explanatory view showing the outline configuration of this invention.

[Drawing 2] It is the whole control unit block diagram concerning the operation gestalt of this invention.

[Drawing 3] It is the explanatory view showing the closing motion operating state of an injector.

[Drawing 4] (a) It is drawing showing an example of the control map of fuel oil consumption and (b) secondary injection rate.

[Drawing 5] It is the flow chart Fig. showing the procedure of fuel-injection control.

[Drawing 6] It is drawing showing an example of a control map which set up the distribution coefficient of the subinjection increase-in-quantity value in increase-in-quantity amendment at the time of acceleration.

[Drawing 7] It is drawing showing an example of the setting operating range which restricts increase-in-quantity amendment of a fuel in increase-in-quantity amendment at the time of acceleration.

[Drawing 8] (a) the case where the case where an engine shifts to a setting operating range with acceleration operation, and (b) shift are not carried out -- ** -- it is the explanatory view in which lessons is taken and change of engine operational status is shown, respectively.

[Drawing 9] It is the drawing 5 equivalent Fig. concerning the operation gestalt 2 of this invention.

[Drawing 10] It is the timing diagram Fig. having shown signs that a subinjection rate decreased at the anaphase of acceleration operation of an engine.

[Drawing 11] They are the drawing 8 equivalent Fig. (a) concerning the operation gestalt 2, and drawing (b) concerning the modification.

[Description of Notations]

A An engine fuel control system

1 Diesel Power Plant

2 Gas Column

4 Combustion Chamber

5 Injector (Fuel Injection Valve)

40 Control Unit

40a Fuel-injection control means

40b Fuel increase-in-quantity amendment means

40c Prediction means

40d Increase-in-quantity regulation means

40e Judgment means

[Translation done.]

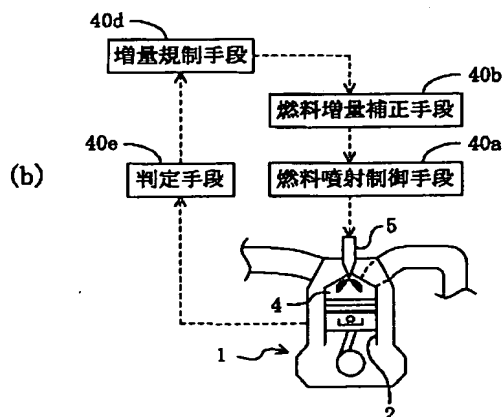
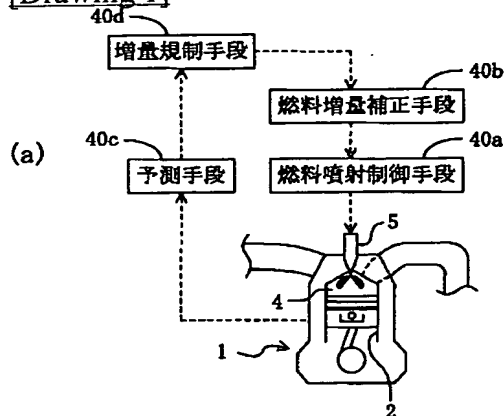
* NOTICES *

JPO and NCIPI are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

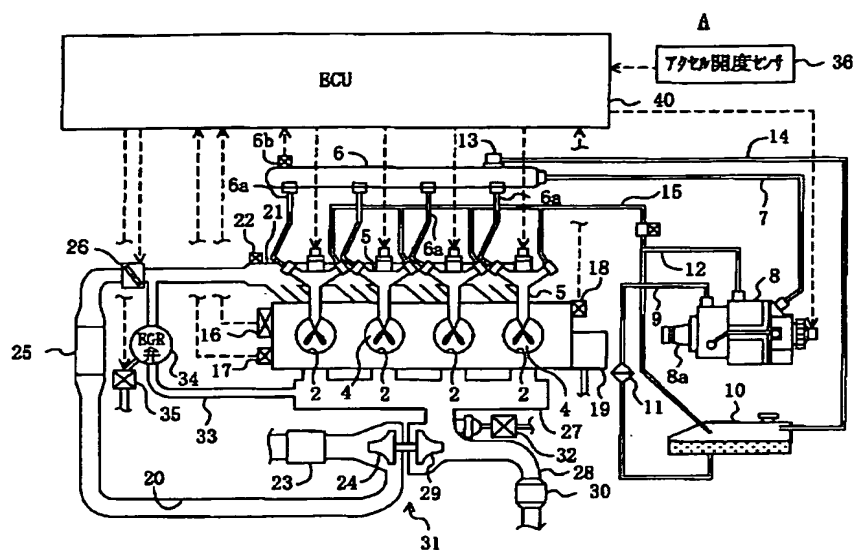
1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

DRAWINGS

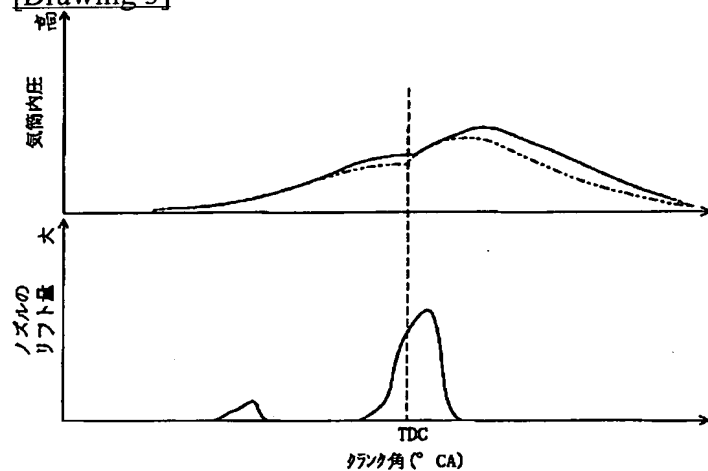
[Drawing 1]



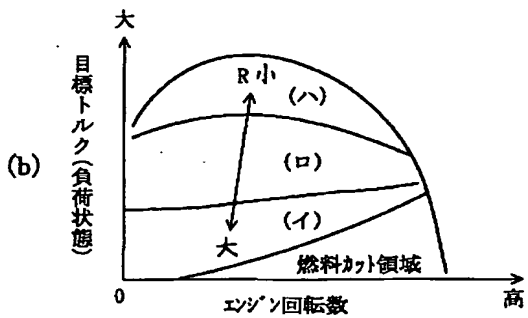
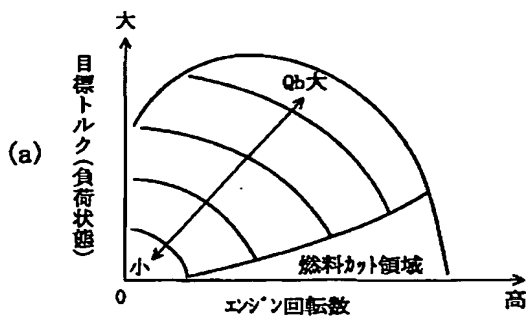
[Drawing 2]



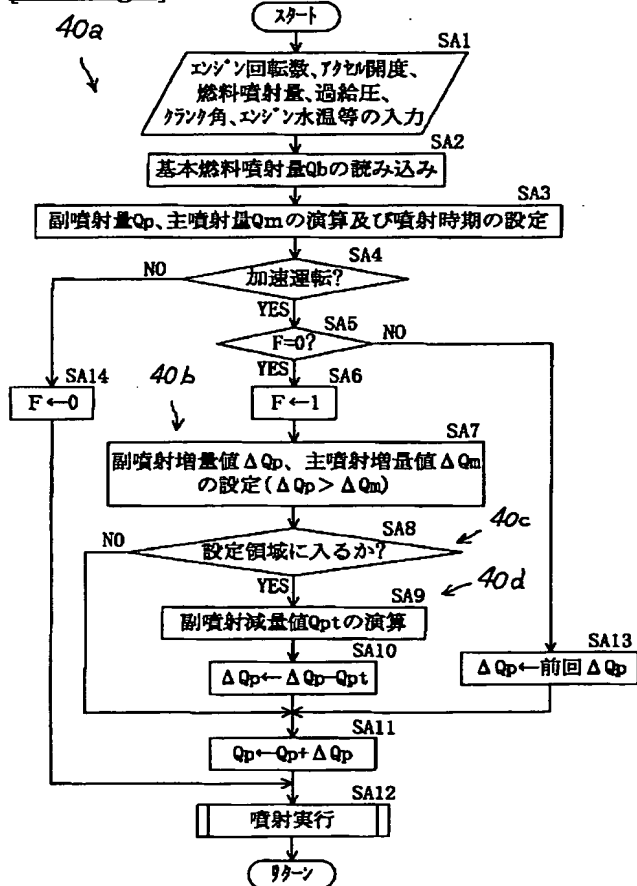
[Drawing 3]



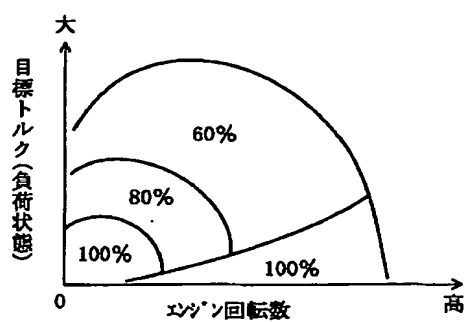
[Drawing 4]



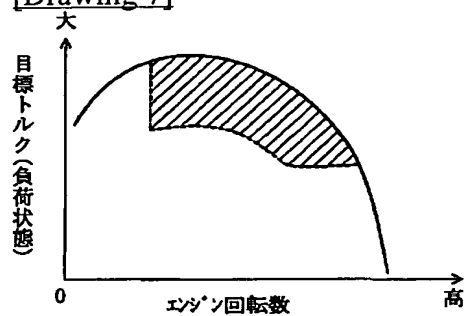
[Drawing 5]



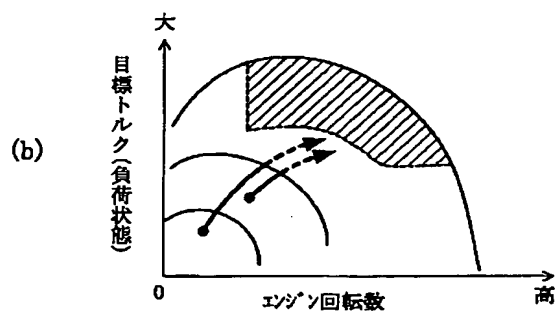
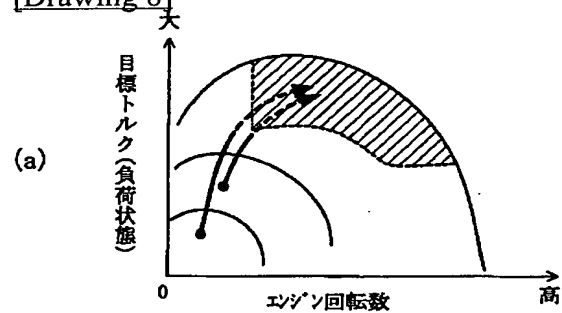
[Drawing 6]



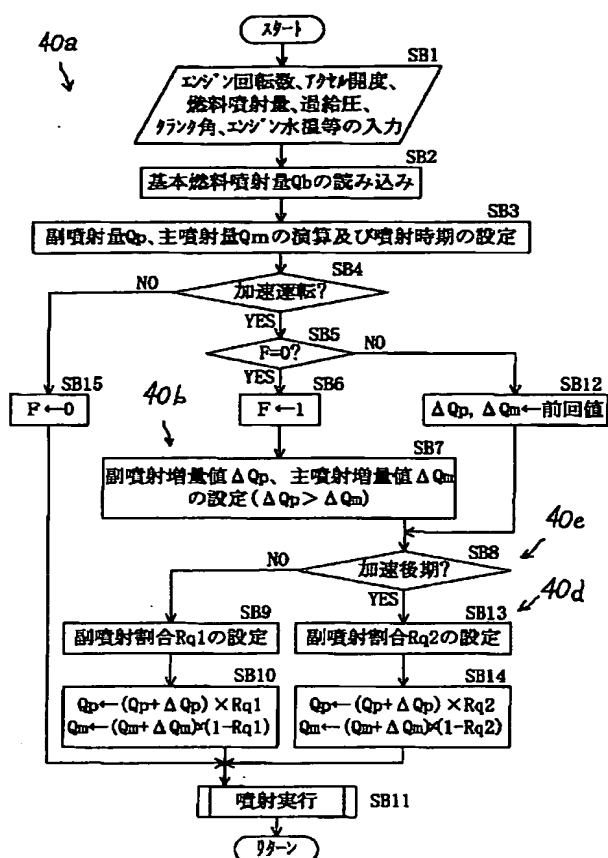
[Drawing 7]



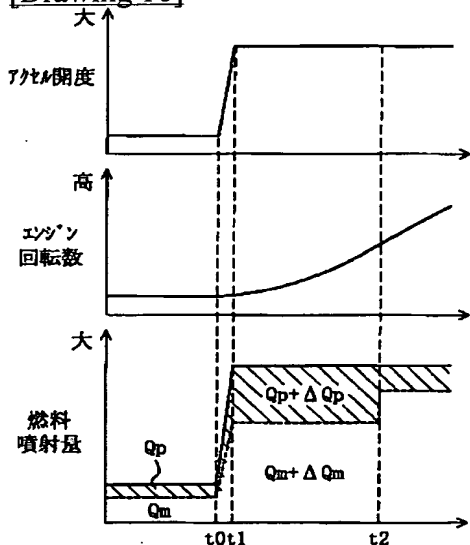
[Drawing 8]



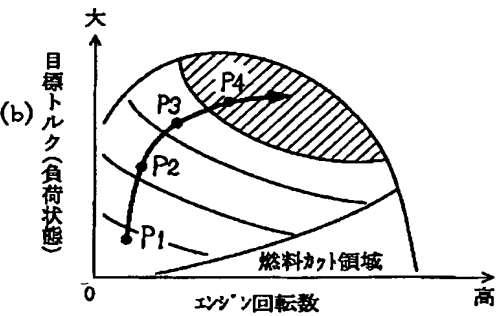
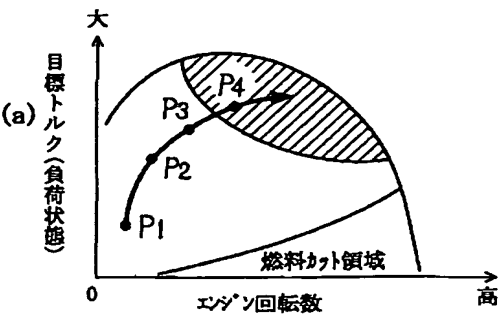
[Drawing 9]



[Drawing 10]



[Drawing 11]



[Translation done.]

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2001-241345

(P2001-241345A)

(43) 公開日 平成13年9月7日 (2001.9.7)

(51) Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	テマコード [*] (参考)
F 0 2 D 41/10	3 8 0	F 0 2 D 41/10	3 8 0 A 3 G 0 8 4
			3 8 0 B 3 G 3 0 1
41/02	3 8 0	41/02	3 8 0 D
			3 8 0 E
41/04	3 8 0	41/04	3 8 0 D
審査請求 未請求 請求項の数 7 O L (全 15 頁) 最終頁に続く			

(21) 出願番号 特願2000-53946(P2000-53946)

(22) 出願日 平成12年2月29日 (2000.2.29)

(71) 出願人 000003137

マツダ株式会社

広島県安芸郡府中町新地3番1号

(72) 発明者 渡辺 友巳

広島県安芸郡府中町新地3番1号 マツダ株式会社内

(72) 発明者 森実 健一

広島県安芸郡府中町新地3番1号 マツダ株式会社内

(74) 代理人 100077931

弁理士 前田 弘 (外1名)

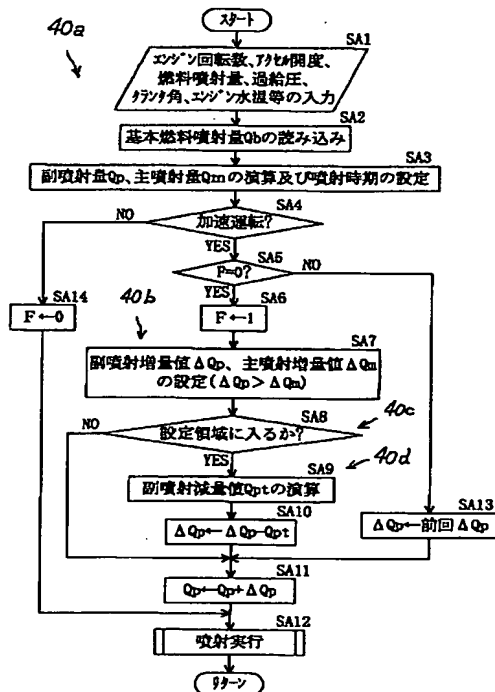
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 ディーゼルエンジンの燃料制御装置

(57) 【要約】

【課題】 直噴式ディーゼルエンジン1が加速運転状態になったとき、インジェクタ5による燃料噴射量を増量補正するとともに、少なくとも加速運転初期には該インジェクタ5により主噴射に先立って副噴射を行わせるようにする場合に、加速性能の向上と燃焼騒音やエミッションの低減とを高次元で両立させる。

【解決手段】 エンジン1が加速運転状態になったとき (SA4)、インジェクタ5による燃料の副噴射量及び主噴射量をそれぞれ増量補正するとともに (SA7)、エンジン1の運転状態の変化度合いに基づいて該エンジン1が高負荷側の設定運転領域にまで移行するかどうか予測し (SA8)、エンジン1が設定運転領域にまで移行すると予測されれば、燃料の副噴射量の主噴射量に対する割合である副噴射割合Rが少なくなるように、該副噴射量の増量補正を制限する (SA9, SA10)。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 エンジンの気筒内燃焼室に燃料を直接、噴射供給する燃料噴射弁と、

エンジンが加速運転状態になったとき、前記燃料噴射弁による燃料噴射量を増量補正する燃料増量補正手段と、少なくともエンジンの加速運転初期に、前記燃料噴射弁により燃料の主噴射とこれに先立つ副噴射とを行わせる燃料噴射制御手段とを備えたディーゼルエンジンの燃料制御装置において、

エンジンが加速運転状態になったとき、該エンジンが高負荷側の設定運転領域にまで移行するかどうか予測する予測手段と、

前記予測手段によりエンジンが設定運転領域にまで移行すると予測されたとき、そうでないときに比べて、前記燃料の副噴射量の主噴射量に対する割合である副噴射割合が少なくなるように、該副噴射量の増量補正を制限する増量規制手段とを備えていることを特徴とするディーゼルエンジンの燃料制御装置。

【請求項2】 請求項1において、増量規制手段は、燃料増量補正手段による副噴射量の増量を禁止するように構成されていることを特徴とするディーゼルエンジンの燃料制御装置。

【請求項3】 請求項1において、増量規制手段は、燃料増量補正手段による副噴射量の増量補正量を所定量減少させるように構成されていることを特徴とするディーゼルエンジンの燃料制御装置。

【請求項4】 エンジンの気筒内燃焼室に燃料を直接、噴射供給する燃料噴射弁と、

エンジンが加速運転状態になったとき、前記燃料噴射弁による燃料噴射量を増量補正する燃料増量補正手段と、少なくともエンジンの加速運転初期に、前記燃料噴射弁により燃料の主噴射とこれに先立つ副噴射とを行わせる燃料噴射制御手段とを備えたディーゼルエンジンの燃料制御装置において、

エンジンが高負荷側の設定運転領域に移行したことを判定する判定手段と、

前記判定手段により設定運転領域に移行したと判定されたとき、この判定前に比べて、前記燃料の副噴射量の主噴射量に対する割合である副噴射割合が少なくなるように、該副噴射量の増量補正を制限する増量規制手段とを備えていることを特徴とするディーゼルエンジンの燃料制御装置。

【請求項5】 請求項4において、増量規制手段は、判定手段によりエンジンの設定運転領域への移行が判定されたとき、燃料増量補正手段による副噴射量の増量補正量を強制的に零にさせるように構成されていることを特徴とするディーゼルエンジンの燃料制御装置。

【請求項6】 エンジンの気筒内燃焼室に燃料を直接、噴射供給する燃料噴射弁と、

エンジンが加速運転状態になったとき、前記燃料噴射弁による燃料噴射量を増量補正する燃料増量補正手段と、少なくともエンジンの加速運転初期に、前記燃料噴射弁により燃料の主噴射とこれに先立つ副噴射とを行わせる燃料噴射制御手段とを備えたディーゼルエンジンの燃料制御装置において、

前記燃料増量補正手段は、エンジンが加速運転状態のとき、前記燃料の副噴射量の主噴射量に対する割合である副噴射割合がエンジンの負荷状態の増大に応じて減少するように、該副噴射量及び主噴射量の増量補正量を変更するように構成されていることを特徴とするディーゼルエンジンの燃料制御装置。

【請求項7】 請求項1、4又は6のいずれか1つにおいて、

燃料増量補正手段は、エンジンが低負荷運転状態で加速運転状態になったときには、中負荷運転状態で加速運転状態になったときに比べて、少なくとも加速運転初期の副噴射割合が多くなるように、燃料の副噴射及び主噴射量をそれぞれ増量させるものであることを特徴とするディーゼルエンジンの燃料制御装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、エンジンの気筒内燃焼室に燃料噴射弁により燃料を直接、噴射供給するようにした直噴式ディーゼルエンジンの燃料制御装置に関し、特に、エンジンの加速運転時における副噴射制御の技術分野に属する。

【0002】

【従来の技術】従来より、この種のエンジンの燃料噴射制御装置として、例えば特開平9-228880号公報に開示されるように、ターボ過給機を装備したディーゼルエンジンにおいて、加速運転の初期にターボ過給機による吸気の過給圧が立ち上がるまで、主噴射に先立ってパイロット噴射（副噴射）を行うようにしたものが知られている。このものでは、エンジンの気筒内燃焼室への吸入空気量を検出するセンサを設け、このセンサからの出力信号に基づいて、吸入空気量が少ないほどパイロット噴射による燃料噴射量を増量し、この燃料の燃焼によって主噴射を行うときの筒内温度を上昇させることで、低過給圧状態においても主噴射された燃料の着火遅れ時間を短縮して、燃焼騒音を適切に低下させるようにしている。

【0003】このようなパイロット噴射による着火性改善の効果は、ターボ過給機を装備しないものについても同様に得られ、一般的に加速運転初期には燃焼室の温度状態が相対的に低いにもかかわらず、要求出力の増大に応じて燃料噴射量が増量補正されることから、このときにパイロット噴射を行って主噴射の燃料噴霧の着火性等を大幅に改善することで、エンジン出力を高めながら、燃焼騒音を低下させかつエミッションを低減することが

できる。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】ところで、近年、ディーゼルエンジンにおいてはコモンレール方式等を採用した燃料噴射装置が実用化され、気筒内燃焼室への燃料（軽油）の噴射圧力が従来までに比べて格段に高くなっており、これにより、燃料霧の微粒化特性が顕著に改善されるため、着火遅れ期間は大幅に短くなる傾向がある。

【0005】このような超高压の燃料噴射という条件下で前記のようにエンジンの加速運転に対応してパイロット噴射を行うようにすると、前記の如く加速運転の初期に出力向上や燃焼騒音及びエミッションの低減といった効果が期待できる一方で、加速運転の後期になって燃焼室の温度状態が高くなると、パイロット噴射された燃料の燃焼が過度に激しくなって、燃焼騒音の増大やエミッションの増加を招くことがある。

【0006】本発明は斯かる点に鑑みてなされたものであり、その目的とするところは、加速運転に対応して燃料の副噴射を行うようにした直噴式ディーゼルエンジンにおいて、主にその副噴射量の制御に工夫を凝らすことで、加速性能の向上と燃焼騒音やエミッションの低減とを高次元で両立させることにある。

【0007】

【課題を解決するための手段】前記目的を達成するために、本発明の第1の解決手段では、エンジンが加速運転状態になったときに、この加速運転によってエンジンが所定の高負荷運転状態になるかどうか予測し、高負荷運転状態になると予測したときには、燃料の副噴射量の増量を制限するようにした。

【0008】具体的に、請求項1の発明は、図1(a)に示すように、エンジン1の気筒2内燃焼室4に燃料を直接、噴射供給する燃料噴射弁5と、エンジン1が加速運転状態になったとき、前記燃料噴射弁5による燃料噴射量を増量補正する燃料増量補正手段40bと、少なくともエンジン1の加速運転初期に、前記燃料噴射弁5により燃料の主噴射とこれに先立つ副噴射とを行わせる燃料噴射制御手段40aとを備えたディーゼルエンジンの燃料制御装置Aを前提とする。そして、エンジン1が加速運転状態になったとき、該エンジン1が高負荷側の設定運転領域にまで移行するかどうか予測する予測手段40cと、該予測手段40cによりエンジン1が設定運転領域にまで移行すると予測されたとき、そうでないときに比べて、前記燃料の副噴射量の主噴射量に対する割合である副噴射割合Rが少なくなるように該副噴射量の増量を制限する増量規制手段40dとを備える構成とする。

【0009】前記の構成により、少なくともエンジン1が加速運転状態になったときには、燃料噴射制御手段40aによる燃料噴射弁5の作動制御によって、燃料の主噴射とこれに先立つ副噴射とが行われる。すなわち、副

噴射された燃料が空気と混合されて燃焼し（予混合燃焼）、この燃焼により燃焼室4の温度及び圧力状態が高められたところで、燃料噴射弁5により主噴射が行われることになるので、この主噴射された燃料は、着火遅れ時間が極めて短くなって良好に拡散燃焼するようになる。そして、燃料増量補正手段40bにより前記燃料の副噴射量及び主噴射量がそれぞれ増量されることで、エンジン出力が向上するとともに、その副噴射量の増量によって燃焼室4の温度及び圧力状態が可及的に速やかに上昇することにより、燃料噴射量が増量されていても、燃焼騒音及びエミッションの低減が図られる。

【0010】さらに、予測手段40cにより、エンジン1が高負荷側の設定運転領域にまで移行すると予測されたときには、増量規制手段40dにより前記の副噴射量の増量補正が制限されるので、加速運転の後期にエンジン1が設定運転領域に移行して燃焼室4が過熱気味になっても、副噴射された燃料の燃焼が過度に激しくなることが抑制され、よって、燃焼騒音やエミッションの増大を回避することができる。

【0011】請求項2の発明では、増量規制手段を、燃料増量補正手段による副噴射量の増量を禁止するものとする。こうすることで、エンジンの加速運転状態でも燃料噴射弁5による燃料の副噴射量は定常運転状態のときと同じになり、この副噴射燃料の燃焼が過度に激しくなることを確実に回避できる。

【0012】請求項3の発明では、増量規制手段を、燃料増量補正手段による副噴射量の増量補正量を所定量減少させるものとする。こうすることで、エンジンの加速運転初期に燃焼室4の温度及び圧力状態を高めつつ、加速運転後期には燃料噴射弁5により副噴射量された燃料の燃焼が過度に激しくなることを抑制できる。

【0013】次に、本発明の第2の解決手段では、エンジンが加速運転状態になって、その後、実際に高負荷側の設定運転領域に移行したときに、移行前に比べて燃料の副噴射量の増量を制限するようにした。

【0014】具体的に、請求項4の発明は、図1(b)に示すように、エンジン1の気筒2内燃焼室4に燃料を直接、噴射供給する燃料噴射弁5と、エンジン1が加速運転状態になったとき、前記燃料噴射弁5による燃料噴射量を増量補正する燃料増量補正手段40bと、少なくともエンジン1の加速運転初期に、前記燃料噴射弁5により燃料の主噴射とこれに先立つ副噴射とを行わせる燃料噴射制御手段40aとを備えたディーゼルエンジンの燃料制御装置Aを前提とする。そして、エンジン1が高負荷側の設定運転領域に移行したことを判定する判定手段40eと、該判定手段40eにより設定運転領域に移行したと判定されたとき、この判定前に比べて、前記燃料の副噴射量の主噴射量に対する割合である副噴射割合Rが少なくなるように該副噴射量の増量補正を制限する増量規制手段40dとを備える構成とする。尚、判定手段

40 eは、例えば、エンジン1の負荷状態ないしエンジン回転数に基づいて、該エンジン1が設定運転領域に移行したことを判定するようにすればよい。

【0015】前記の構成により、エンジン1が加速運転状態になったとき、請求項1の発明と同様に燃料噴射弁5により燃料の副噴射及び主噴射が行われて、この噴射された燃料が極めて短い着火遅れの後に良好に拡散燃焼するようになる。また、燃料増量補正手段40 bにより前記燃料の副噴射量及び主噴射量がそれぞれ増量されることで、エンジン出力が向上する。さらに、その燃料の副噴射量の増量によって燃焼室4の温度及び圧力状態が可及的に速やかに上昇し、燃焼騒音及びエミッションの低減が図られる。一方、エンジン1が加速運転の後期に高負荷側の設定運転領域に移行すると、このことが判定手段40 eにより判定され、この判定前に比べて燃料の副噴射割合Rが少なくなるように、増量規制手段40 dにより副噴射量の増量補正が制限される。これにより、エンジン1の燃焼室4が過熱気味になっていても、副噴射された燃料の燃焼が過度に激しくなることを抑制して、燃焼騒音やエミッションの増大を回避できる。

【0016】つまり、エンジン1の加速運転初期には燃料の副噴射量を十分に増量させ、主噴射される燃料の燃焼性を高めることによって燃焼騒音及びエミッションを低減できる一方、燃焼室4が過熱気味になる加速運転後期には、前記の副噴射量の増量を制限することによって、燃焼騒音及びエミッションを低減できる。

【0017】請求項5の発明では、請求項4における増量規制手段を、判定手段によりエンジンの設定運転領域への移行が判定されたとき、燃料増量補正手段による副噴射量の増量補正量を強制的に零にさせるものとする。こうすることで、エンジンの加速運転後期には燃料噴射弁による燃料の副噴射量は定常運転状態のときと同じになり、これにより、副噴射された燃料の燃焼が過度に激しくなることを確実に回避できる。

【0018】次に、本発明の第3の解決手段では、エンジンが加速運転状態のときに、燃料噴射弁による燃料の副噴射量の主噴射量に対する割合（副噴射割合）を、エンジンの負荷状態が増大するとともに、減少させるようにした。

【0019】具体的に、請求項6の発明は、エンジンの気筒内燃焼室に燃料を直接、噴射供給する燃料噴射弁と、エンジンが加速運転状態になったとき、前記燃料噴射弁による燃料噴射量を増量補正する燃料増量補正手段と、少なくともエンジンの加速運転初期に、前記燃料噴射弁により燃料の主噴射とこれに先立つ副噴射とを行わせる燃料噴射制御手段とを備えたディーゼルエンジンの燃料制御装置を前提とし、このものにおいて、前記燃料増量補正手段を、エンジンが加速運転状態のとき、前記燃料の副噴射量の主噴射量に対する割合である副噴射割合がエンジンの負荷状態の増大に応じて減少するよう

に、該副噴射量及び主噴射量の増量補正量を変更するものとした。

【0020】この構成により、エンジンの加速運転状態において請求項1又は請求項4の発明と同様に燃料噴射弁により燃料の副噴射及び主噴射が行われるとともに、その副噴射量及び主噴射量がそれぞれ燃料増量補正手段により増量されて、エンジン出力の向上と燃焼騒音及びエミッションの低減とが図られる。そして、加速運転によってエンジンが低負荷側から高負荷側へ移行すると、前記燃料増量補正手段により、エンジンの負荷状態の増大に応じて副噴射割合が徐々に減少するように、燃料の副噴射量及び主噴射量の増量補正量が適宜変更される。このことで、前記請求項4の発明と同じく、エンジンの加速運転の初期には燃料の副噴射量が十分に増量される一方、その後、エンジンの運転状態の変化に応じて副噴射割合が最適に変化し、これにより、加速運転中のエンジン出力の向上と燃焼騒音及びエミッションの低減とが極めて高い次元で両立できる。

【0021】請求項7の発明では、請求項1、4又は6のいずれか1つにおける燃料増量補正手段を、エンジンが低負荷運転状態で加速運転状態になったときには、中負荷運転状態で加速運転状態になったときに比べて、少なくとも加速運転初期の副噴射割合が多くなるように、燃料の副噴射及び主噴射量をそれぞれ増量させるものとする。

【0022】このことで、エンジンが加速運転状態になったときの負荷状態が低くて燃焼室の温度状態が低いほど、燃料の副噴射量が増やされ、その副噴射燃料の燃焼によって燃焼室の温度状態が速やかに高められる。これにより、加速運転に対応して燃料噴射弁による燃料の噴射量をかなり多くさせても、その多量の燃料を良好に燃焼させることができる。

【0023】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施形態を図面に基いて説明する。

【0024】（実施形態1）図2は本発明の実施形態1に係るディーゼルエンジンの制御装置Aの全体構成を示し、1は車両に搭載される直列4気筒ディーゼルエンジンである。このエンジン1は4つの気筒2、2、2、2を有し、その各気筒2内に往復動可能なようにピストン（図示せず）が嵌装されていて、このピストンにより各気筒2内に燃焼室4が区画されている。また、その各燃焼室4の上面略中央部には、図には誇張して示すが、気筒2の中心線に沿って延びるようにインジェクタ（燃料噴射弁）5が配設され、この各インジェクタ5の先端部には噴射ノズルが一体的に設けられている。これらのインジェクタ5、5、…は、それぞれ、燃料をその噴射圧以上の高圧状態で蓄える共通のコモンレール6に対し分岐管6a、6a、…により接続され、噴射ノズルの芯弁が図示しないアクチュエータにより開閉作動されること

で、前記コモンレール6から供給される高圧の燃料を、噴射ノズル先端の複数の噴孔から燃焼室4に直接、噴射供給するようになっている。また、コモンレール6には内部の燃圧(コモンレール圧)を検出する燃料圧力センサ6bが配設されている。

【0025】前記コモンレール6は高圧燃料供給管7を介して燃料供給ポンプ8に接続され、その燃料供給ポンプ8は燃料供給管9を介して燃料タンク10に接続されている。この燃料供給ポンプ8は、入力軸8aにエンジン1のクランク軸からの回転入力を受け入れて駆動され、燃料供給管9を介して燃料タンク10内の燃料を燃料フィルタ11により濾過しながら吸い上げるとともに、ジャーク式圧送系により燃料をコモンレール6に圧送する。また、燃料供給ポンプ8にはその圧送系により送り出される燃料の一部を燃料戻し管12に逃がして、ポンプの吐出量を調節する電磁弁が設けられており、この電磁弁の開度が前記燃料圧力センサ6bによる検出値に応じて制御されることによって、コモンレール6内の燃料の圧力状態がエンジン1の運転状態に対応する所定の状態に保持されるようになっている。

【0026】尚、同図の符号13は、コモンレール圧が所定値以上になったときに、燃料をコモンレール6から排出させるプレッシャリミッタを示し、このプレッシャリミッタから排出された燃料は燃料戻し管14を流通して、燃料タンク10に戻される。また、符号15は燃料の一部をインジェクタ5から燃料タンク10に戻すための燃料戻し管を示している。

【0027】このエンジン1には、詳細は図示しないが、クランク軸の回転角度を検出するクランク角センサ16と、動弁系カム軸の回転角度を検出するカム角センサ17と、冷却水温度(エンジン水温)を検出するエンジン水温センサ18とが設けられている。前記クランク角センサ16は、クランク軸端に設けた被検出用プレートとその外周に相対向するように配置した電磁ピックアップとからなり、前記被検出用プレートの外周部全周に亘って等間隔に形成された突起部の通過に対応して、パルス信号を出力するものである。また、前記カム角センサ17は、同様にカム軸周面の所定箇所設けた複数の突起部と、その各突起部が通過するときにパルス信号を出力する電磁ピックアップとからなる。尚、符号19は前記カム軸により駆動されるバキュームポンプを示している。

【0028】また、エンジン1の一方の側(図の上側)には、図外のエアクリーナで濾過した空気を燃焼室4に供給する吸気通路20が接続されている。この吸気通路20の下流端部にはサージタンク21が設けられ、このサージタンク21から分岐した各通路がそれぞれ図示しない吸気ポートにより各気筒2の燃焼室4に連通している。また、サージタンク21には、後述のターボ過給機31により圧送される吸気の圧力状態を検出する過給圧

センサ22が配設されている。さらに、前記吸気通路20には、上流側から下流側に向かって順に、エンジン1に吸入される吸気流量を検出するホットフィルム式エアフローセンサ23と、後述のタービン29により駆動されて吸気を圧縮するブロワ24と、このブロワ24により圧縮した吸気を冷却するインタークーラ25と、バタフライバルブからなる吸気絞り弁26とが設けられている。この吸気絞り弁26は、詳細は図示しないが、弁軸がステッピングモータにより回転されて、全開から全開までの任意の状態に位置づけられるようになっており、また、全開状態でも空気が流入するように切り欠きが設けられている。

【0029】一方、エンジン1の反対側(図の下側)には、各気筒2の燃焼室4からそれぞれ燃焼ガス(排気)を排出する排気マニホールド27が接続され、この排気マニホールド27の下流端集合部に排気通路28が接続されている。この排気通路28には上流側から下流側に向かって順に、排気流により回転されるタービン29と、排気中の有害成分(未燃HC、CO、NO_x、スモーク等)を除去するための触媒コンバータ30とが配設されている。前記タービン29と吸気通路20のブロワ24とからなるターボ過給機31は、詳細は図示しないが、可動式のフラップによりタービン29への排気流路の断面積(ノズル断面積)を変化させるようにしたVGT(バリエブルジオメトリターボ)であり、前記フラップは、バキュームポンプ19からの負圧を利用する負圧駆動式のアクチュエータ35によって回転されるようになっている。

【0030】また、前記触媒コンバータ30は、詳細は図示しないが、排気の流れる方向に沿って互いに平行に延びる多数の貫通孔を有するハニカム構造のコージェライト製担体を有するものであり、その担体の各貫通孔壁面にいわゆるリーンNO_x触媒の触媒層が形成されている。このリーンNO_x触媒は、排気中の酸素濃度が高いとき、即ち燃焼室4の平均的な空気過剰率λが1よりも大きなリーン状態であっても、排気中のNO_xを還元浄化できるとともに、理論空燃比付近では三元触媒としても働くものである。

【0031】さらに、前記排気通路28は、タービン29よりも排気上流側の部位で、排気の一部を吸気側に還流させる排気還流通路(以下EGR通路という)33の上流端に分岐接続されており、このEGR通路33の下流端が吸気絞り弁26及びサージタンク21の中間の吸気通路20に接続されていて、排気通路28から取り出した排気の一部を吸気通路20に還流させるようになっている。また、該EGR通路33の途中の下流端寄りには、開度調節可能な排気還流量調節弁(以下EGR弁という)34が配置され、このEGR弁34が前記ターボ過給機31のフラップと同様に負圧駆動式アクチュエータ35により開閉作動されることで、EGR通路33の

通路断面積がリニアに変化されて、吸気通路20に還流される排気の流量が調節されるようになっている。

【0032】前記各インジェクタ5、燃料供給ポンプ8、吸気絞り弁26、VGT31、EGR弁34等は、いずれもコントロールユニット（Electronic Control Unit：以下ECUという）40からの制御信号によって作動する。一方、このECU40には、前記燃料圧力センサ6bからの出力信号と、クランク角センサ16及びカム角センサ17からの出力信号と、エンジン水温センサ18からの出力信号と、過給圧センサ22からの出力信号と、エアフローセンサ23からの出力信号と、車両の運転者による図示しないアクセルペダルの操作量（アクセル開度）を検出するアクセル開度センサ36からの出力信号とが少なくとも入力されている。

【0033】そして、前記ECU40による基本的な制御としては、主にアクセル開度に基づいて目標燃料噴射量を決定し、インジェクタ5の作動制御によって燃料の噴射供給量や噴射時期を制御するとともに、高圧供給ポンプ8の作動によりコモンレール圧、即ち燃量噴射圧力を制御する。また、吸気絞り弁26及びEGR弁34の作動制御によって吸入空気量を調節することで、燃焼室4の平均的な空気過剰率を制御する。さらに、VGT31のフラップの作動制御（VGT制御）によって吸気の過給効率を高めるようにしている。

【0034】具体的に、例えば燃料噴射制御としては、詳しくは後述するが、エンジン1の略全運転領域において、図3(b)に示すように、インジェクタ5により気筒の圧縮上死点（TDC）近傍で燃料の主噴射を、またこの主噴射に先立つ副噴射をそれぞれ行わせる。また、該副噴射及び主噴射による燃料の総噴射量を主にエンジン1の負荷状態の変化に応じて増量又は減量させるとともに、燃料の副噴射量の主噴射量に対する割合（副噴射割合）Rや各噴射作動の開始時期等もエンジン1の負荷状態や回転数の変化に応じてきめ細かく変更することで、各気筒2の燃焼室4における燃料噴霧の形成の最適化を図り、これにより、エンジン1の燃費性能、出力性能、耐熱信頼性、エミッション等の相反する種々の要求を高次元で満足させるようにしている。

【0035】また、前記EGR弁34の作動制御（EGR制御）としては、例えば、全気筒2に共通の目標空気過剰率をエンジン1の運転状態に応じて定めるとともに、エアフローセンサ出力に基づいて各気筒2の燃焼室4への実際の吸入空気量を検出し、この検出値と各気筒2毎の燃料噴射量とに基づいて、前記目標空気過剰率になるように排気還流量を制御する。つまり、気筒2毎の排気還流量を調節することにより、燃焼室4への新気（外気）の吸入量を変化させて、各気筒2内燃焼室4の空気過剰率を目標空気過剰率になるように制御するものである。

【0036】さらに、吸気絞り弁26の作動制御として

は、前記のようなEGR制御により所要量の排気を還流させるために、主としてエンジン1のアイドル運転時に吸気絞り弁26を全閉状態として、吸気通路20に負圧を発生させる一方、それ以外の運転状態では吸気絞り弁26は概ね全開状態とするようにしている。

【0037】尚、一般的に、直噴式ディーゼルエンジンにおいては、排気の還流量を増やして初期の予混合燃焼の立ち上がりを穏やかにさせることで、NOxの生成を抑制できるが、排気還流量が増えればその分、新気の吸入空気量が減少して、燃焼室の平均的な空気過剰率が小さくなり、局所的な過濃混合気部分におけるスモークの生成量が増加する傾向がある。そこで、この実施形態におけるEGR弁34の制御では、前記空気過剰率の目標値はスモークのあまり増加しない範囲においてできるだけ小さな値に設定している。

【0038】（定常運転状態の燃料噴射制御）次に、エンジン1が定常運転状態のときの燃料噴射制御について説明すると、ECU40のメモリには図4(a)(b)に一例を示すような複数の噴射制御マップが電子的に格納されており、これらの噴射制御マップからエンジン1の運転状態に応じて制御データが読み込まれるようになっている。例えば、同図(a)に示す燃料噴射量のマップには、エンジン1の負荷状態及びエンジン回転数の変化に応じて実験的に決定した基本燃料噴射量Qbの最適値が記録されており、アクセル開度センサ36からの出力信号に基づいて求めた目標トルク（エンジン1の負荷状態）とクランク角センサ16からの出力信号に基づいて求めたエンジン回転数とに基づいて、前記燃料噴射量マップからエンジン1の要求出力に対応する基本燃料噴射量Qbが読み込まれる。この基本燃料噴射量Qbは目標トルクが大きいほど、またエンジン回転数が高いほど、多くなるように設定記録されており、このようにして読み込まれた基本噴射量Qbがエンジン水温や吸気圧力等に応じて補正されて、最終的な目標燃料噴射量が決定される。

【0039】また、同図(b)に示す副噴射割合のマップには、前記と同様にエンジン1の負荷状態及びエンジン回転数に対応付けて副噴射割合Rが記録されている。同図によれば、インジェクタ5による燃料の噴射供給を中止する燃料カット領域を除いて、低負荷側の運転領域（イ）において副噴射割合RがR=20~40%とされ、また、中負荷運転領域（ロ）ではR=10~20%とされ、さらに高負荷側の運転領域（ハ）ではR=5~10%とされている。つまり、副噴射割合Rはエンジン1の負荷状態が低いほど大きくされる。尚、副噴射と主噴射とを合わせた燃料の総噴射量はエンジン1の負荷状態が高いほど多くなるので、結果的に燃料の副噴射量はエンジン1の高負荷側の方が多くなる。

【0040】さらに、図示しないが、ECU40のメモリには、前記と同様にエンジン1の負荷状態及びエンジン回転数に対応付けて、副噴射及び主噴射においてイン

ジェクタ5の閉弁時期（インジェクタ5のノズルを閉じるクランク角位置）をそれぞれ記録した噴射時期のマップが電子的に格納されており、このマップから読み込んだインジェクタ5の閉弁時期と所要の燃料を噴射するためのインジェクタ5の閉弁時間間隔とに基づいて、該インジェクタ5のノズルを開くクランク角位置、即ち噴射開始時期が設定されるようになっている。

【0041】この噴射時期のマップには、例えばエンジン1の負荷状態、エンジン回転数、エンジン水温及びコモンレール圧に対応づけて、インジェクタ5の閉弁時期が記録されていて、一例を挙げれば、エンジン水温が低いほど、またコモンレール圧が低いほど、噴射時期が進角されるようになっている。これは、エンジン水温等によって燃料の着火遅れ時間が変化することに対応して、常に最適な燃焼状態とするためである。また、この実施形態では、エンジン1が高負荷ないし高回転側にあるほど、副噴射及び主噴射の時期を進角させかつそれらの間の噴射停止間隔を長くするようにしている。尚、そのように燃料噴射時期を進角又は遅角させるといっても、燃焼状態の悪化を防ぐために、主噴射の終了時期が気筒2の圧縮上死点後（ATDC）35°CAよりも以前とされている。

【0042】（加速運転状態の燃料噴射制御）次に、エンジン1が加速運転状態のときの燃料噴射制御について説明するが、この加速運転状態というのはエンジン1の運転状態の変化が所定以上に大きいいわゆる過渡状態のことであり、このときには過渡時燃料増量補正が行われる。すなわち、前記の如くエンジン1の運転状態、即ち負荷状態及びエンジン回転数に基づいて行われる定常運転状態の制御に加えて、目標燃料噴射量が増量補正されてこの増量補正分が副噴射と主噴射とにそれぞれ分配されるとともに、該副噴射及び主噴射の時期がそれぞれ進角側に補正される。

【0043】また、前記の燃料噴射量の増量補正量は主にアクセル開度の変化状態に対応して、急加速状態であるほど多くなるように増量されるのであるが、本願発明の特徴部分として、この実施形態では、その燃料増量補正量の副噴射及び主噴射への分配の仕方を、主にエンジン1が加速運転状態になったときの該エンジン1の負荷状態及びエンジン回転数に基づいて決定し、さらに、特に副噴射量ないし副噴射割合は加速運転の後期におけるエンジン1の負荷状態やエンジン回転数に応じて変更するようにしている。

【0044】以下、エンジン1の加速運転状態のときの燃料噴射量制御の処理手順を、図5に示すフローチャート図に基づいて具体的に説明する。尚、この制御手順は、ECU40のメモリ上に電子的に格納された制御プログラムに従い、各気筒2毎に独立して所定クランク角で実行されるものである。

【0045】まず、スタート後のステップSA1におい

て、クランク角信号、エアフローセンサ出力、アクセル開度、過給圧、エンジン水温等のデータを入力し、続くステップSA2において、アクセル開度から求めた目標トルクとクランク角信号から求めたエンジン回転数とに基づいて、前記図4(a)の燃料噴射量のマップから基本燃料噴射量 Q_b を読み込み、この基本燃料噴射量 Q_b をエンジン水温や吸気圧力等に応じて補正して、目標燃料噴射量 Q を設定する。続いて、ステップSA3において、前記図4(b)の副噴射割合のマップから副噴射割合 R を読み込み、前記ステップSA2で求めた目標燃料噴射量 Q を副噴射割合 R に基づいて分配して、基本的な燃料の副噴射量 Q_p 及び主噴射量 Q_m を演算する。

【0046】

$$Q_p = R \times Q, \quad Q_m = (1 - R) \times Q$$

さらに、インジェクタ5による副噴射及び主噴射の時期をそれぞれ設定する。

【0047】続いて、ステップSA4において、エンジン1が加速運転状態かどうか判定する。この判定はアクセル開度やその変化速度及びエンジン回転数の変化度合いに基づいて行われ、この判定結果がNOで加速運転状態でないNOならば、ステップSA14に進む一方、例えば、アクセル開度が所定の判定基準値よりも大きくかつエンジン回転数の上昇変化量が所定の判定基準値よりも大きければ、加速運転状態でYESと判定して、ステップSA5に進む。このステップSA5では、エンジン1が加速運転状態であることを示す加速判定フラグ F の値が0かどうか判別し、 $F = 1$ ならば、エンジン1は前回の制御サイクルから継続して加速運転状態であると判定して、ステップSA13に進む一方、 $F = 0$ であれば、エンジン1が定常運転状態から加速運転状態になったと判定して、ステップSA6に進み、このステップSA6において加速判定フラグ F の値を1にする（ $F = 1$ ）。

【0048】続いて、ステップSA7において、エンジン1の加速運転に対応するよう燃料噴射量を増量補正する。すなわち、まず、アクセル開度の変化量やその変化速度等に応じて、運転者によるアクセル操作量が大きいほど、またこの操作が急なほど、燃料噴射量が多くなるように増量補正量を演算する。続いて、例えば図6に示すような制御マップから前記増量補正量の副噴射への分配係数を読み込み、この係数に基づいて前記増量補正量を分配して、副噴射増量値 ΔQ_p 及び主噴射増量値 ΔQ_m をそれぞれ設定する（ $\Delta Q_p > \Delta Q_m$ ）。

【0049】ここで、前記図6の制御マップによれば、分配係数は、加速運転状態になったときのエンジン1の負荷状態やエンジン回転数が低いほど、大きくなるように設定されており、例えばエンジン1が低回転かつ低負荷運転状態にあれば副噴射割合 R は100%くらいになり、また、エンジン1が中回転かつ低中負荷運転状態にあれば副噴射割合は80%くらいになり、さらに、それ

以上の負荷状態ないしエンジン回転数であれば、副噴射割合 R は 60% くらいになる。つまり、エンジン 1 が加速運転状態になったとき、基本的には、そのときのエンジン 1 の運転状態に対応する分配割合でもって、燃料噴射量の増量分を副噴射及び主噴射に分配するようにしている。

【0050】続いて、ステップ SA8 において、アクセル開度の変化量やその変化速度、さらにはエンジン 1 が加速運転状態になったときの負荷状態及びエンジン回転数等に基づいて、該エンジン 1 が高負荷側の設定運転領域にまで移行するかどうか予測する。この設定運転領域は、例えば図 7 に斜線を入れて示すように、エンジン 1 の高負荷域であってかつ中回転ないし高回転領域に予め設定したものであり、元々、燃料噴射量が多くかつエンジン回転数が高いことから、各気筒 2 内の燃焼室 4 がやや過熱気味になるような運転領域である。

【0051】続いて、前記ステップ SA8 において設定運転領域に移行すると予測したときには（判定が YES）、続くステップ SA9 において副噴射減量値 Q_{pt} を演算し、続くステップ SA10 において、前記ステップ SA7 で求めた副噴射増量値 ΔQ_p から前記副噴射減量値 Q_{pt} を減算して、この減算後の値を改めて副噴射増量値 ΔQ_p として、ステップ SA11 に進む。一方、前記ステップ SA8 において設定運転領域に移行しないと予測したときには（判定が NO）、副噴射増量値 ΔQ_p はそのまま、ステップ SA11 に進む。このステップ SA11 では、前記ステップ SA3 で演算した副噴射量 Q_p に前記副噴射増量値 ΔQ_p を加算して最終的な副噴射量 Q_p を演算する。続いて、ステップ SA12 において、該副噴射量 Q_p 及び主噴射量 ΔQ_m に対応する制御信号をインジェクタ 5 に出力して、該インジェクタ 5 により燃料の副噴射及び主噴射をそれぞれ実行させ、しかる後にリターンする。

【0052】つまり、加速運転によってエンジン 1 が設定運転領域にまで移行すると予測すれば、この設定運転領域において燃焼室 4 が過熱気味になることを考慮して、副噴射された燃料の燃焼が過度に激しくなることを回避するために、予め燃料の副噴射量の増量を抑えるようにしている。尚、前記ステップ SA9 においては副噴射減量値 Q_{pt} として予め設定した一定の値を ECU 40 のメモリから読み込むようにすればよく、或いはその値をアクセル開度やエンジン回転数等に応じて補正するようにしてもよい。

【0053】一方、前記ステップ SA5 において、エンジン 1 が前回の制御サイクルから継続して加速運転状態である NO と判定して進んだステップ SA13 では、副噴射増量値 ΔQ_p を前回の制御サイクルにおける値（前回 ΔQ_p ）とし、前記ステップ SA11 及びステップ SA12 に進んで、インジェクタ 5 により燃料の副噴射及び主噴射を実行させた後、リターンする。つまり、前記

のようにエンジン 1 の加速運転初期に設定した副噴射増量値 ΔQ_p 及び主噴射増量値 ΔQ_m は、エンジン 1 の加速運転が終了するまで維持するようにしている。

【0054】また、前記ステップ SA4 において、エンジン 1 が加速運転状態でない NO と判定されれば、エンジン 1 は定常運転状態になっているから、ステップ SA14 に進んでフラグ F をクリアし（ $F=0$ ）、それから前記ステップ SA12 に進んで、インジェクタ 5 により燃料の副噴射及び主噴射を実行させて、しかる後にリターンする。つまり、定常運転状態では上述の如き燃料噴射量の増量補正は行わない。

【0055】前記図 5 に示すフローの各ステップにより、全体として、エンジン 1 の殆ど全ての運転領域においてインジェクタ 5 により燃料の主噴射とこれに先立つ副噴射とを行わせる燃料噴射制御手段 40a が構成されている。また、ステップ SA7 により、エンジン 1 が加速運転状態になったとき、インジェクタ 5 による燃料噴射量を増量補正する燃料増量補正手段 40b が構成されている。この燃料増量補正手段 40b は、エンジン 1 が加速運転状態になったときの該エンジン 1 の運転状態、即ち負荷状態及びエンジン回転数に基づいて、燃料の副噴射及び主噴射量をそれぞれ増量させるものであり、エンジン 1 が低負荷で加速運転状態になったときには、中負荷で加速運転状態になったときよりも副噴射割合 R を多くさせるようにしている。

【0056】さらに前記フローのステップ SA8 により、エンジン 1 が加速運転状態になったとき、該エンジン 1 が高負荷側の設定運転領域にまで移行するかどうか予測する予測手段 40c が構成され、ステップ SA9、SA10 の各ステップに、エンジン 1 が設定運転領域にまで移行することが予測されたときには副噴射割合 R が少なくなるように副噴射増量値 ΔQ_p を減少させる、即ち、前記燃料増量補正手段 40b による副噴射量の増量補正を制限する増量規制手段 40d が構成されている。

【0057】尚、この実施形態 1 では、前記のように燃料増量補正手段 40b による副噴射量の増量補正を増量規制手段 40d により制限するために、副噴射増量値 ΔQ_p から一定の副噴射減量値 Q_{pt} を減算するようにしているが、これに限らず、例えば強制的に副噴射増量値 $\Delta Q_p = 0$ として、前記燃料増量補正手段 40b による副噴射量の増量を禁止するようにすることも可能である。

【0058】（実施形態 1 の作用効果）したがって、この実施形態 1 に係るエンジンの燃料制御装置 A によれば、まず、エンジン 1 の殆ど全ての運転領域において、前記図 3 (b) に示すように、エンジン 1 の各気筒 2 のインジェクタ 5 により副噴射と主噴射とに分けて燃料の噴射供給が行われる。この際、気筒 2 の圧縮行程で燃料の副噴射が行われると、この燃料が空気と混合されて燃焼

し（予混合燃焼）、この燃焼によって燃焼室4の温度及び圧力状態が高められる。例えば、同図(a)に実線で示すのは、副噴射を行ったときの燃焼室4の圧力状態（気筒内圧）の変化であり、また仮想線で示すのは副噴射を行わないときである。同図によれば、副噴射された燃料の燃焼によって燃焼室4の圧力状態が高められ、ピストンの上昇とも相俟ってTDC近傍で気筒内圧が極めて高くなるが見てとれる。

【0059】続いて、TDC近傍でインジェクタ5により主噴射が行われると、前記のように燃焼室4の温度及び圧力状態が極めて高くなっていることから、主噴射された燃料の着火遅れ時間が極めて短くなり、その殆どが良好に拡散燃焼されるようになる。すなわち、前記図3(a)に実線で示すように、副噴射を行ったときには行わなかったときに比べて燃焼の立ち上がりの圧力上昇が穏やかになり、しかも圧力のピークはかなり高くなる。このことで、燃焼初期の燃焼騒音を低下させかつエミッションを低減しながら、エンジン1の出力は向上することができる。

【0060】そうして、エンジン1が加速運転状態になると、燃料増量補正手段40bにより、アクセル開度やエンジン回転数等の変化に応じて燃料噴射量が増量補正されて、エンジン出力が高められる。すなわち、相対的に変化の急な加速運転状態では燃料の増量補正量も大きくされ、一方、相対的に変化の緩やかな加速運転状態では燃料の増量補正量は小さくされる。

【0061】この際、加速運転状態になったときのエンジン1の負荷状態及びエンジン回転数に基づいて、前記増量補正量が副噴射及び主噴射に分配される。すなわち、加速運転開始時にエンジン1が相対的に低負荷ないし低回転側にあつて、燃焼室4の温度状態が低いほど、副噴射割合Rが大きくされ、この副噴射燃料の燃焼によって燃焼室4の温度状態を速やかに上昇させることができるので、加速増量によって燃料噴射量がかかなり多くなっているにもかかわらず、その多量の燃料を極めて良好に燃焼させてエンジン出力を十分に高めつつ、前記のように燃焼騒音の低下やエミッション低減といった作用効果を十分に得ることができる。

【0062】ところで、前記の如く、エンジン1の加速運転初期に燃料の副噴射を行えば、主噴射燃料の着火遅れ時間を極めて短くして、この主噴射燃料の予混合燃焼に伴う燃焼騒音を低下させかつエミッションを低減することができる上に、燃焼性の向上によってエンジン出力も高めることができるものであるが、一方、加速運転によってエンジン1が前記図7に示す設定運転領域にまで移行すると、今度は燃焼室4が過熱気味になるので、前記の燃料噴射量の増量補正やコモンレール方式による超高压噴射とも相俟って、副噴射された燃料の燃焼が過度に激しくなってしまう、このときに燃焼騒音の増大やエミッションの増加を招くことが懸念される。

【0063】そこで、この実施形態では、エンジン1が加速運転状態になったとき、そのときのエンジン1の負荷状態等の変化度合いに基づいて、加速運転の後期に前記設定運転領域に移行するかどうか予測し（図5のステップSA8参照）、移行すると予測したときには副噴射量の増量補正を制限するようにした。これにより、加速運転後期にエンジン1が前記設定運転領域に移行しても、副噴射された燃料の燃焼が過度に激しくなることはなくなり、よって、該副噴射燃料の燃焼に起因する加速運転後期の燃焼騒音やエミッション増大といった不具合の発生を回避することができる。

【0064】一方、同図(b)に矢印で示すように、加速運転初期のエンジン1の負荷状態等の変化があまり大きくなければ、このときにはエンジン1は設定運転領域に移行しないと予測し、副噴射増量値 ΔQ_p の減量は行わない。すなわち、加速運転の後期にエンジン1が設定運転領域に移行しなければ、燃焼室4が過熱気味になることはないの、燃料の副噴射量の増量を制限しなくても不具合の生じることはなく、従って、該副噴射燃料の増量補正量をエンジン1の加速初期の運転状態に対応するように十分に多くすることで、加速運転初期のエンジン出力の向上、燃焼騒音の低下及びエミッション低減といった作用効果を十分に得ることができる。

【0065】（実施形態2）次に、図9は、本発明の実施形態2に係る燃料制御装置Aにおけるエンジン1の加速運転状態のときの制御手順を示し、この実施形態2では、エンジン1が加速運転状態になったときに前記実施形態1と同様に、インジェクタ5による燃料の副噴射量及び主噴射量を増量補正するとともに、加速運転の後期には副噴射の増量補正量を減少させることで、副噴射の増量補正に起因する燃焼騒音やエミッションの増大を防止するようにしている。尚、この実施形態2に係る燃料制御装置Aの全体構成は前記実施形態1のもの（図2参照）と同じなので、実施形態1と同じ構成要素については同一符号を付して、その説明は省略する。

【0066】具体的に、前記図9に示すフローのステップSB1～SB7では、実施形態1のステップSA1～SA7と同じ制御手順を実行し、エンジン1の加速運転に対応して、インジェクタ5による燃料の副噴射量及び主噴射量を増量補正する。続いて、ステップSB8において、加速運転の後期になったかどうか、より具体的にはエンジン1が高負荷側の設定運転領域（図7参照）に移行したかどうか判定する。そして、判定がYESで加速運転の後期になればステップSB13に進む一方、判定がNOであれば、ステップSA9に進んで、噴射割合修正係数 R_{q1} を設定する。

【0067】この噴射割合修正係数 R_{q1} の値（ $0 < R_{q1} < 1$ ）は、後述の R_{q2} よりも大きな一定値（例えば、 $R_{q1} = 0.5$ ）を予め設定しておけばよい。また、該噴射割合修正係数 R_{q1} （ $0 < R_{q1} < 1$ ）は、エンジン1が前

記設定運転領域以外にあるときの該エンジン1の運転状態、即ちエンジン1の負荷状態やエンジン回転数に対応づけて、例えば高負荷ないし高回転側ほど小さな値になるように設定してもよい。

【0068】続いて、ステップSB10では、前記ステップSB9で設定された噴射割合修正係数 R_{q1} に基づいて、副噴射量 Q_p 及び主噴射量 Q_m をそれぞれ修正し、その後、ステップSB11に進んで、前記実施形態1と同様にインジェクタ5により副噴射及び主噴射を実行させて、しかる後にリターンする。尚、前記噴射割合修正係数 R_{q1} をエンジン1の運転状態に対応づけて変化させるようにすれば、加速運転によるエンジン運転状態の変化に伴い、副噴射割合 R が徐々に変化するようになり、一方、噴射割合修正係数 $R_{q1}=0.5$ とすれば、エンジン1が設定運転領域に移行するまで、副噴射割合 R は変化しないことになる。

【0069】一方、前記ステップSB8において、加速運転の後期になったYESと判定して進んだステップSB13では、前記ステップSB9と同様に噴射割合修正係数 R_{q2} を設定する($0 < R_{q2} < R_{q1} < 1$)。この噴射割合修正係数 R_{q2} は前記の修正係数 R_{q1} よりも小さな値であればよく、例えば $R_{q2}=0.4$ とすればよい。そして、続くステップSB14では該噴射割合修正係数 R_{q2} に基づいて、前記ステップSB10と同様に副噴射量 Q_p 及び主噴射量 Q_m をそれぞれ修正して、副噴射割合 R を減少させた後に、ステップSB11に進んでインジェクタ5により副噴射及び主噴射を実行させ、しかる後にリターンする。

【0070】つまり、エンジン1が加速運転状態になったとき、まず、前記実施形態1と同様にそのときのエンジン1の運転状態やアクセル開度等に基づいて、燃料噴射量の増量補正量やその副噴射及び主噴射への分配割合を決定する。一方、加速運転の後期にエンジン1が実際に設定運転領域に移行したときには、移行前に比べて副噴射割合 R を減少させるようにしている。

【0071】ここで、前記ステップSB5においてNOと判定して進んだステップSB12では、副噴射増量値 ΔQ_p 及び主噴射増量値 ΔQ_m を前回の制御サイクルにおける値(前回値)として、前記ステップSB8～SB14に進むようにしているので、エンジン1が加速運転状態になったときに設定された副噴射増量値 ΔQ_p 及び主噴射増量値 ΔQ_m の値には変更はない。また、前記ステップSB4においてNOと判定されたエンジン1の定常運転状態では、ステップSB15でフラグFをクリアした後に($F=0$)、前記ステップSB11に進んで、インジェクタ5により燃料の副噴射及び主噴射を実行させ、しかる後にリターンする。つまり、定常運転状態では燃料の増量補正は行わない。

【0072】前記図9に示すフローの各ステップにより、全体として、実施形態1と同じ機能を有する燃料噴

射制御手段40aが構成され、また、ステップSB7により同様に燃料増量補正手段40bが構成されている。さらに、前記フローのステップSAB8により、エンジン1が高負荷側の設定運転領域に移行したことを判定する判定手段40eが構成され、ステップSB13、SB14の各ステップにより、前記判定手段40eによってエンジン1が設定運転領域に移行したと判定されたとき、その判定前に比べて副噴射割合 R が少なくなるように副噴射量及び主噴射量を修正することで、燃料の副噴射量の増量を制限する増量規制手段40dが構成されている。

【0073】尚、この実施形態2では、前記増量規制手段40dにより噴射割合修正係数の値をエンジン1の運転状態に応じて変更して($R_{q1} \rightarrow R_{q2}$)、加速運転の後期に副噴射割合 R を減少させるようにしているが、これに限らず、例えば、エンジン1が設定運転領域に移行したとき、副噴射増量値 ΔQ_p (燃料の副噴射量の増量補正量)を強制的に零にさせるようにしてもよい。

【0074】したがって、この実施形態2に係るエンジン1の燃料制御装置Aによれば、図10に一例を示すように、エンジン1が加速運転状態になったとき($t=t_0$)、その加速運転の初期には前記実施形態1と同様にインジェクタ5による燃料噴射量が増量補正されるとともに、特に燃料の副噴射量が十分に増量されて(t_1)、エンジン出力の向上、燃焼騒音の低下及びエミッション低減といった作用効果が得られる。

【0075】そして、図11(a)に示すように、加速運転によってエンジン1の運転状態が図の点P1→P2→P3と変化していった、加速運転の後期(点P4)にエンジン1が高負荷側の設定運転領域に移行すると(t_2)、増量規制手段40dにより噴射割合修正係数が変更されて($R_{q1} \rightarrow R_{q2}$)、副噴射割合 R が減少し、これにより、エンジン1の燃焼室4が過熱気味になっても、副噴射された燃料の燃焼が過度に激しくなることを抑制して、燃焼騒音増大やエミッション増加といった不具合を防止することができる。

【0076】つまり、この実施形態2では、エンジン1の加速運転の初期と後期とで、インジェクタ5による燃料の副噴射割合 R を変更することで、それぞれ、エンジン1の加速性能の向上と燃焼騒音やエミッションの低減といった作用効果を十分に得ることができる。

【0077】尚、前記図9に示すフローのステップSB9、SB13において、噴射割合修正係数 R_{q1} 、 R_{q2} を、それぞれ、エンジン1の運転状態に応じて高負荷ないし高回転側ほど小さくなるように設定すれば、ステップSB7～SB10及びステップSB13、SB14の各ステップにより、エンジン1が加速運転状態になっている間、該エンジン1の負荷状態ないしエンジン回転数の増大に対応して副噴射割合 R が少なくなるよう、インジェクタ5による燃料の副噴射量及び主噴射量の増量補

正量を変更する燃料増量補正手段40bが構成される。

【0078】そして、このようにした場合には、エンジン1が加速運転状態になって、その運転状態が前記図11(b)に示すように点P1→P2→P3→P4へと低負荷側から高負荷ないし高回転側へ変化するに従って、噴射割合修正係数が徐々に減少されることになるので、インジェクタ5による燃料の副噴射及び主噴射の増量補正量は、エンジン1の運転状態の変化とともに副噴射割合Rが減少するように変更されることになる。

【0079】これにより、エンジン1の加速運転中に、該エンジン1の負荷状態及びエンジン回転数の変化に対応するように燃料の副噴射割合Rを最適に変更して、エンジン1の加速性能の向上と燃焼騒音やエミッションの低減とを極めて高い次元で両立させることができる。

【0080】

【発明の効果】以上、説明したように、請求項1の発明に係るディーゼルエンジンの燃料制御装置によると、エンジンが加速運転状態になったとき、燃料噴射弁により燃料を副噴射及び主噴射させるとともに、それぞれ噴射量を増量することで、エンジン出力を向上させながら、加速運転初期の燃焼騒音を低下させかつエミッションを低減することができる。しかも、予測手段によりエンジンが高負荷側の設定運転領域にまで移行すると予測されたときには、増量規制手段により前記の副噴射量の増量補正を制限することで、加速運転後期の燃焼騒音やエミッションの増大を回避できる。

【0081】請求項2の発明によると、エンジンが加速運転によって高負荷側の設定運転領域にまで移行すると予測されたときには、燃料増量補正手段による副噴射量の増量を禁止することで、この副噴射燃料の燃焼に起因する燃焼騒音やエミッションの増大を確実に防止できる。

【0082】請求項3の発明によると、エンジンが加速運転によって高負荷側の設定運転領域にまで移行すると予測されたときには、燃料増量補正手段による副噴射量の増量補正量を所定量減少させることで、請求項1の発明による効果を十分に得ることができる。

【0083】また、請求項4の発明に係るディーゼルエンジンの燃料制御装置によると、エンジンの加速運転の初期には燃料噴射弁による燃料の副噴射量を十分に増量させて、請求項1の発明と同様にエンジン出力を向上させながら、燃焼騒音を低下させかつエミッションを低減できる一方、燃焼室が過熱気味になる加速運転後期に、前記の副噴射量の増量を制限することにより、燃焼騒音及びエミッションを低減できる。

【0084】請求項5の発明によると、エンジンが加速運転の後期に実際に設定運転領域に移行したときに、燃料増量補正手段による副噴射量の増量補正量を強制的に

零にさせることで、該副噴射燃料の燃焼に起因する燃焼騒音やエミッションの増大を確実に防止できる。

【0085】さらに、請求項6記載の発明におけるディーゼルエンジンの燃料制御装置によると、エンジンの加速運転の初期には燃料噴射弁による燃料の副噴射量を十分に増量させる一方、その後はエンジンの運転状態の変化に応じて副噴射割合を適切に減少させることにより、加速運転中のエンジン出力の向上と燃焼騒音及びエミッションの低減とを極めて高い次元で両立できる。

【0086】請求項7の発明によると、エンジンが加速運転状態になったとき、そのときのエンジンの負荷状態に応じて、燃焼室の温度状態が低いほど副噴射割合を大きくすることで、該燃焼室の温度状態を適切に上昇させて燃料の燃焼性を適切に高めることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の概略構成を示す説明図である。

【図2】本発明の実施形態に係る制御装置の全体構成図である。

【図3】インジェクタの開閉作動状態を示す説明図である。

【図4】(a)燃料噴射量及び(b)副噴射割合の制御マップの一例を示す図である。

【図5】燃料噴射制御の手順を示すフローチャート図である。

【図6】加速時増量補正における副噴射増量値の分配係数を設定した制御マップの一例を示す図である。

【図7】加速時増量補正において燃料の増量補正を制限する設定運転領域の一例を示す図である。

【図8】(a)加速運転に伴いエンジンが設定運転領域に移行する場合と(b)移行しない場合とについてそれぞれエンジンの運転状態の変化を示す説明図である。

【図9】本発明の実施形態2に係る図5相当図である。

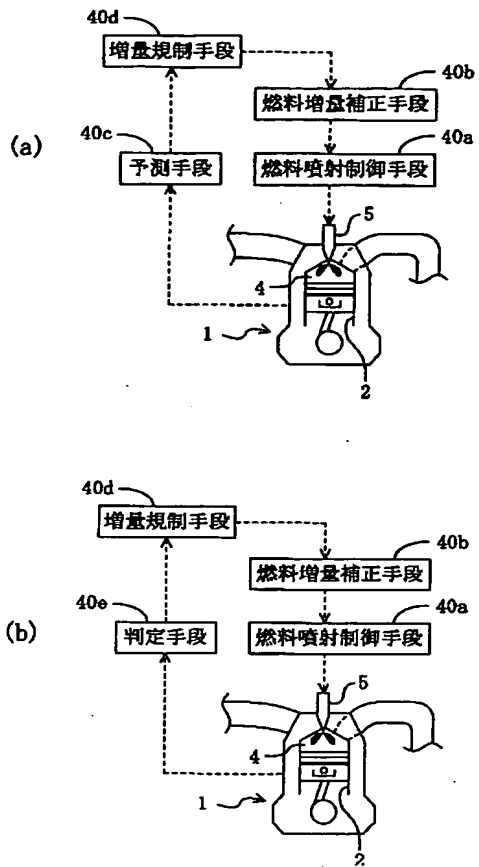
【図10】エンジンの加速運転の後期に副噴射割合が減少する様子を示したタイムチャート図である。

【図11】実施形態2に係る図8相当図(a)と、その変形例に係る図(b)である。

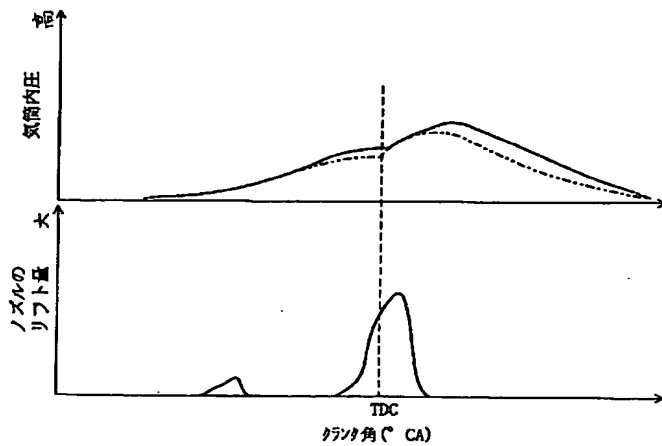
【符号の説明】

- A エンジンの燃料制御装置
- 1 ディーゼルエンジン
- 2 気筒
- 4 燃焼室
- 5 インジェクタ（燃料噴射弁）
- 40 コントロールユニット
- 40a 燃料噴射制御手段
- 40b 燃料増量補正手段
- 40c 予測手段
- 40d 増量規制手段
- 40e 判定手段

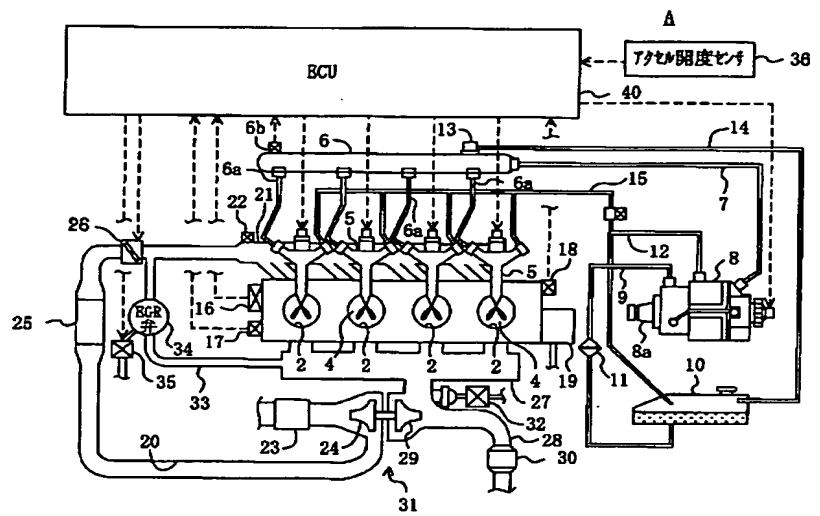
【図1】



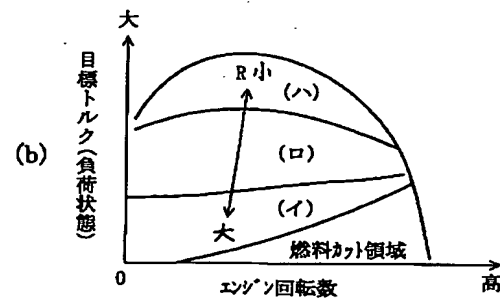
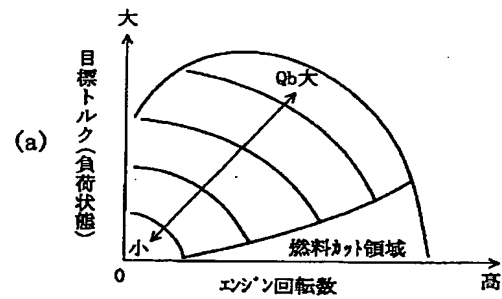
【図3】



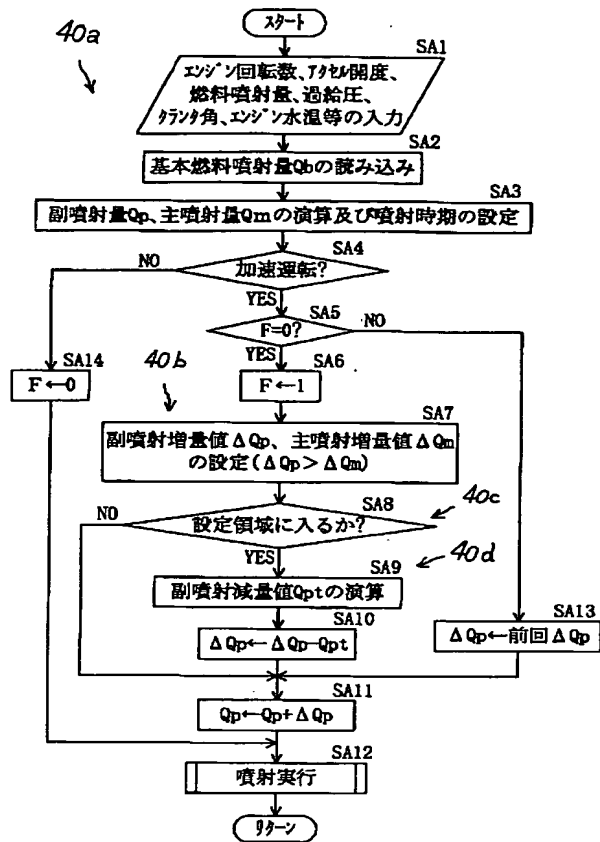
【図2】



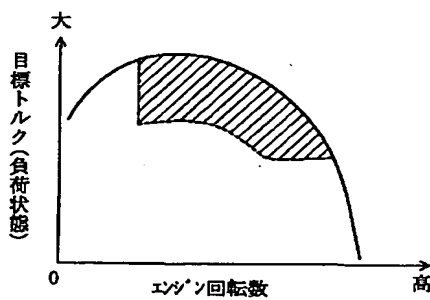
【図4】



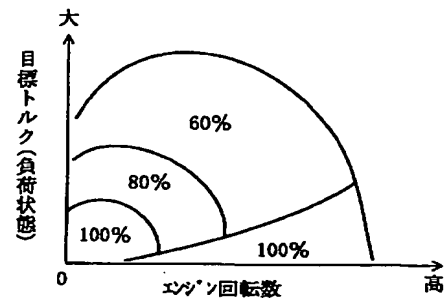
【図5】



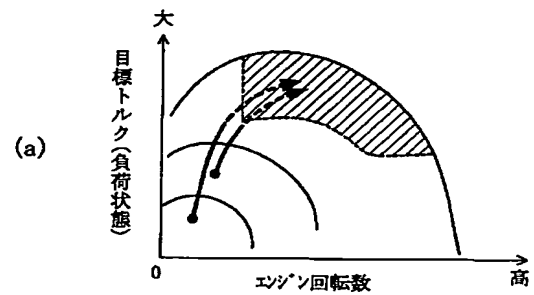
【図7】



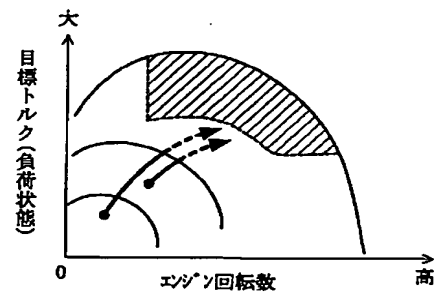
【図6】



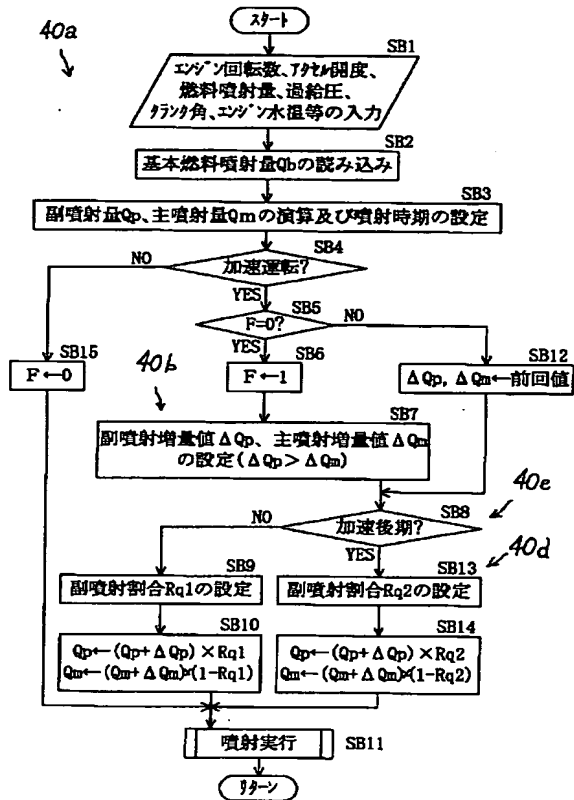
【図8】



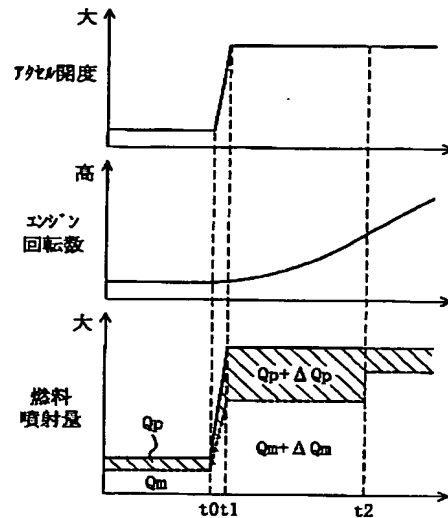
(b)



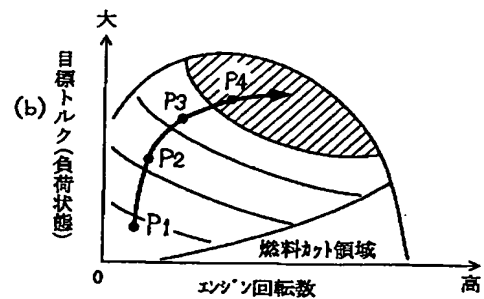
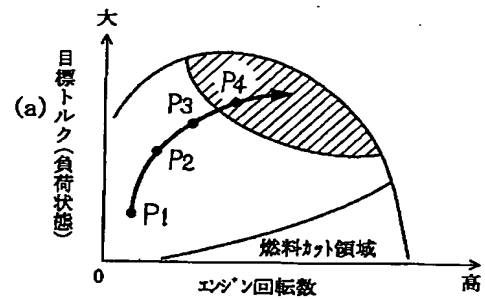
【図9】



【図10】



【図11】



フロントページの続き

(51)Int.Cl.⁷F 0 2 D 41/38
45/00

識別記号

3 1 4

F I

F 0 2 D 41/38
45/00

テーマコード(参考)

B
3 1 4 K

(72)発明者 荒木 啓二
広島県安芸郡府中町新地3番1号 マツダ
株式会社内

F ターム(参考) 3G084 AA01 BA13 BA15 CA04 DA01
DA07 DA10 EB02 EB08 EB12
FA07 FA12 FA20 FA33 FA34
FA38
3G301 HA02 HA11 JA01 JA24 JA37
KA09 KA12 LB11 MA11 MA19
MA23 NC01 NC02 ND02 NE01
PA01Z PA16Z PB03A PB05A
PE01Z PE02Z PE03Z PE08Z
PF03Z PF04Z